

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013570692 **Image available**

WPI Acc No: 2001-054899/200107

XRPX Acc No: N01-042404

Fuel injection valve for engine in vehicle, has skirt portion provided to blow hole having dimensions in proportion to internal diameter of valve housing

Patent Assignee: AISAN KOGYO KK (AISA)

Inventor: NAGASAKA K; TAKAGI T; YAMAUCHI T

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|---------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| JP 2000314360 | A | 20001114 | JP 99124489 | A | 19990430 | 200107 B |
| DE 10021073 | A1 | 20010208 | DE 10021073 | A | 20000428 | 200109 |
| DE 10021073 | B4 | 20050811 | DE 10021073 | A | 20000428 | 200553 |

Priority Applications (No Type Date): JP 99124489 A 19990430

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan Pg | Main IPC | Filing Notes |
|---------------|------|--------|-------------|--------------|
| JP 2000314360 | A | 8 | F02M-061/18 | |
| DE 10021073 | A1 | | F02M-061/18 | |
| DE 10021073 | B4 | | F02M-061/18 | |

Abstract (Basic): JP 2000314360 A

NOVELTY - Blow hole (14a) is provided for injection of fuel by movement of valve rod. A skirt portion (1a) of 5-10 mm diameter, is provided to blow hole. Height L' in mm of skirt portion, distance (d) to the hole edge in blow hole and maximum mist external angle (theta) are related by $0.5at\ mostLat\ mostddividetan(theta)$ and $1.3at\ mostdat\ mostDdivide2$ where D is the internal diameter of injection valve housing.

USE - For engine in vehicle.

ADVANTAGE - Improves starting of engine at low temperature by preventing effectively the reduction in the injection quantity because of freezing of blow hole, as skirt portion of suitable dimension is provided.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows partial cross section of fuel injection valve.

Skirt portion (1a)

Blow hole (14a)

pp; 8 DwgNo 12/21

Title Terms: FUEL; INJECTION; VALVE; ENGINE; VEHICLE; SKIRT; PORTION; BLOW; HOLE; DIMENSION; PROPORTION; INTERNAL; DIAMETER; VALVE; HOUSING

Derwent Class: Q53

International Patent Class (Main): F02M-061/18

International Patent Class (Additional): F02M-051/08; F02M-069/04

File Segment: EngPI

?



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 100 21 073 B4 2005.08.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 100 21 073.2
(22) Anmeldetag: 28.04.2000
(43) Offenlegungstag: 08.02.2001
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11.08.2005

(51) Int Cl.⁷: F02M 61/18
F02M 69/04, F02M 51/08

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
124489/99 30.04.1999 JP

(71) Patentinhaber:
Aisan Kogyo K.K., Obu, Aichi, JP

(74) Vertreter:
KRAMER - BARSKE - SCHMIDTCHEN, 81245
München

(72) Erfinder:
Yamauchi, Toshihiko, Obu, Aichi, JP; Nagasaka,
Kenzo, Obu, Aichi, JP; Takagi, Takaaki, Obu, Aichi,
JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 54 102 A1
DE 198 27 219 A1
DE 197 24 075 A1
DE 196 36 396 A1
DE 195 27 626 A1
JP 08-2 18 973 A
JP 08-2 00 188 A
JP 06-1 01 598 A
JP 09-14 090 A
JP 02-55 869 A

(54) Bezeichnung: Kraftstoffinjektor

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffinjektor, enthaltend:
eine Düsenöffnung (13a),
ein Ventillied (23), das die Düsenöffnung (13a) intermittierend öffnen und schliessen kann,
eine Lochplatte (14), die stromabwärts der Düsenöffnung (13a) angeordnet ist und mehrere Düsenlöcher (14a) aufweist, und
einen Kragenbereich (1a), der benachbart zur Lochplatte (14) so angeordnet ist, dass er die Düsenlöcher (14a) umgibt,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor den folgenden Bedingungen genügt:

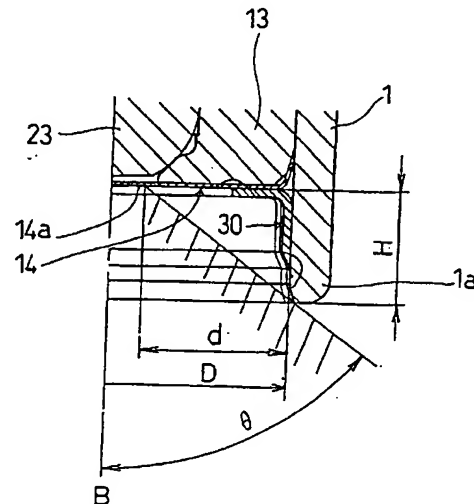
$$0,5 \text{ mm} \leq H \leq d/\tan\theta \text{ und}$$

$$1,3 \text{ mm} \leq d \leq D/2 \text{ und}$$

$$5 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm}$$

wobei

H die Höhe des Kragenbereiches (1a),
d der Abstand zwischen einer inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches (1a) und einer äußeren Kante des dem Kragenbereich (1a) nächstliegenden Düsenloches (14a),
D der Innendurchmesser des Kragenbereiches (1a) und
 θ der maximale Ausbreitungswinkel des von den Düsenlöchern (14a) abgegebenen Kraftstoffes ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Kraftstoffinjektoren und genauer auf Kraftstoffinjektoren zum Einspritzen von Kraftstoff in Fahrzeugbrennkraftmaschinen.

Stand der Technik

[0002] Ein Beispiel eines bekannten Kraftstoffinjektors zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Fahrzeugbrennkraftmaschine ist in den japanischen Offenlegungsschriften 8-200188 A, 8-218973 A und 9-14090 A beschrieben. Derartige Kraftstoffinjektoren umfassen primär einen Injektorkörper mit einem insgesamt zylindrischen Körper, eine kreisförmige Düsenöffnung, einen Ventilsitz und ein bewegliches Element. Der aus der Düsenöffnung abgegebene Kraftstoff wird als Ergebnis des Durchtritts durch das Kugelventil und die Düsenöffnung in Teilchen zerteilt (oder atomisiert).

[0003] Auf der strömungsabwärtigen Seite der Düsenöffnung des Ventilsitzes ist eine aus Edelstahl bestehende Lochplatte angebracht und an der Oberseite des Ventilsitzes befestigt. Die Lochplatte hat kreisförmige Düsenlöcher für eine weitere Atomisierung der Kraftstoffteilchen, die aus der Düsenöffnung abgegeben werden. Das heißt, der Durchtritt der Kraftstoffteilchen durch die kreisförmigen Düsenlöcher vermindert die Abmessungen der von der Düsenöffnung abgegebenen Kraftstoffteilchen. Für Zwecke der vorliegenden Beschreibung wird der Kraftstoff, der von der Düsenöffnung abgegeben wird, als „Kraftstoffteilchen“ bezeichnet, und der aus den Düsenlöchern abgegebene Kraftstoff wird als „atomisierter Kraftstoff“ bezeichnet, wobei die Bezeichnung „atomisierter Kraftstoff“ Kraftstoffteilchen bezeichnen soll, die kleiner sind als die „Kraftstoffteilchen“.

[0004] Es ist bekannt, dass der Verbrennungswirkungsgrad einer Brennkraftmaschine durch weitere Atomisierung der Kraftstoffteilchen verbessert werden kann, die aus den Düsenöffnungen eines Kraftstoffinjektors abgegeben werden. Daher sind bei dem bekannten Kraftstoffinjektor ein bis vier Düsenlöcher in der Lochplatte vorgesehen und der Durchmesser jedes Düsenloches wird durch auf der erforderlichen Kraftstoffströmung basierende Berechnungen bestimmt. Die Düsenlöcher sind relativ zur Mittelachse der Lochplatte geneigt, so dass die Düsenlöcher abwärts und weg von der Mittelachse der Düsenplatte gerichtet sind. Der Bereich des beweglichen Elements, der zur Düsenplatte zeigt, hat eine flache bzw. ebene Oberfläche.

[0005] Wie in der japanischen Offenlegungsschrift 2-55869 A beschrieben, kann um die Düsenlöcher ein Kragenbereich angeordnet werden, der die Wirkung der Ansaugluftströmung in die Maschine redu-

zieren kann. Bei bekannten Kraftstoffinjektoren kann jedoch das in der Ansaugluft enthaltene Wasser am Kragenbereich kondensieren. Falls Wasser am Kragenbereich haftet, kann es bei niedrigen Umgebungstemperaturen gefrieren. Falls sich der Bereich des gefrorenen Wassers ausdehnt und die Düsenlöcher abdeckt, sind diese selbstverständlich blockiert. Damit wird der Kraftstofffluss zur Maschine verringert oder möglicherweise vollständig blockiert. Unter diesen Umständen ist es schwierig oder sogar unmöglich die Maschine zu starten.

[0006] Die japanische Offenlegungsschrift 6-101598 A beschreibt einen Kraftstoffinjektor dessen Ausbildung darauf abzielt, das Einfrierproblem zu überwinden. Um zu verhindern, dass Eis die Einspritzdüsenlöcher blockiert, ist der bekannte Kraftstoffinjektor entsprechend der folgenden Bedingung aufgebaut:

$$\tan \theta \times < (d1 - d2)/(H1 - H2),$$

wobei H1, H2, d1, d2 und $\theta \times$ in Fig. 28 (einer Schnittansicht des Kraftstoffdüsenabschnittes) definiert sind. Im speziellen stellt H1 die Höhe des Kragenbereiches 101a dar, H2 die Höhe der Lochplatte mit den Düsenlöchern 114a, d1 den Abstand von der Mitte der Lochplatte zur inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches 101a, d2 den Abstand von der Mitte des Düsenloches 114a zur äußeren Kante des Düsenloches 114a, $\theta \times$ den Befestigungswinkel des Kraftstoffinjektors zur vertikalen Linie PL.

[0007] Es wurden zahlreiche Versuche bei Kraftstoffinjektoren durchgeführt, die gemäß der japanischen Offenlegungsschrift 6-101598 A aufgebaut waren. Im einzelnen wurden die Kraftstoffinjektoren so gestaltet, dass sie der Bedingung: $\tan \theta \times < (d1 - d2)/(H1 - H2)$ genügten. Ferner lag der Innendurchmesser D des Kragenbereiches 101a zwischen 5 und 10 mm. Als Ergebnis der bei niedrigen Umgebungstemperaturen durchgeführten Versuche wurde festgestellt, dass der Kraftstofffluss vermindert oder vollständig durch eisbedeckte Düsenlöcher blockiert wurde, selbst wenn der Kraftstoffinjektor so ausgestaltet wurde, dass er der Bedingung: $\tan \theta \times < (d1 - d2)/(H1 - H2)$ genügte, wie es durch die japanische Offenlegungsschrift 6-101598 A gelehrt wird. Damit wurde festgestellt, dass diese Bedingung kein Mindestanforderung darstellt um zu verhindern, dass die Düsenlöcher bei niedrigen Umgebungstemperaturen durch Eis blockiert werden.

[0008] Es wurden deshalb weitere Experimente mit Kraftstoffinjektoren mit einem Innendurchmesser D des Kragenbereiches zwischen 5 und 10 mm durchgeführt und die Erfinder entdeckten effektivere Bedingungen, um zu verhindern, dass der Kraftstofffluss durch den Injektor, durch im Kragenbereich gebildetes Eis, herabgesetzt oder blockiert wird.

[0009] Im Oberbegriff des neuen Anspruchs 1 wird von der DE 196 36 396 A1 ausgegangen. Der dort beschriebene Kraftstoffinjektor weist eine Lochplatte mit mindestens zehn Abspritzlöchern auf, deren Achsen unter einem Winkel zur Ventillängsachse verlaufen. Vorteilhaft hat nur ein einziges zentrales Loch eine parallel zur Ventillängsachse gerichtete Achse und sind die Achsen der anderen Löcher derart zur Ventillängsachse geneigt, dass sie in stromabwärtiger Richtung divergieren. Die Neigungswinkel nehmen somit mit zunehmenden Abstand von der Ventillängsachse zu und liegen beispielsweise zwischen 10° und 30° . Mit der Lochplatte soll bei dem Kraftstoffinjektor gemäß DE 196 36 396 A1 die Zerstäubung des Kraftstoffes verbessert werden.

[0010] Die DE 197 24 075 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Lochplatte für ein Einspritzventil und eine Lochplatte. Die Lochplatte ist beispielsweise aus zwei bis fünf Folienstreifen von jeweils 0,05 bis 0,3 mm Dicke hergestellt.

[0011] Die DE 198 27 219 A1 beschreibt ein Kraftstoffeinspritzventil mit einer Lochplatte, deren Löcher längs konzentrischer Kreise derart angeordnet sind, dass ihre Achsen divergieren.

[0012] Die DE 199 54 102 A1 beschreibt einen Kraftstoffinjektor, bei dem auf der strömungsabwärtigen Seite einer Düsenöffnung eine Lochplatte mit zwischen etwa 8 bis 18 kreisförmigen Düsenlöchern angeordnet ist. Strömungsaufwärtsseitige Öffnungen der auf der Lochplatte angeordneten Düsenlöcher können auf einer Mehrzahl von Kreisen verteilt werden. Die Dicke t der Lochplatte und Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher sind derart bemessen, dass gilt: $0,53 \leq t/\varnothing d \leq 0,82$. Ein kürzester Abstand L zwischen den strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher und ein Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher sind derart bemessen, dass gilt: $L \geq \varnothing d$.

Aufgabenstellung

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Kraftstoffinjektor insbesondere dahingehend zu verbessern, dass die Bildung von Eis verhindert wird, das den Kraftstofffluss durch den Injektor vermindern oder sogar blockieren kann.

[0014] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0015] Die Unteransprüche sind auf vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors gerichtet.

Ausführungsbeispiel

[0016] Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach Lesen der

folgenden detaillierten Beschreibung zusammen mit den Zeichnungen und den Ansprüchen in einfacher Weise verständlich.

[0017] In den Zeichnungen stellen dar:

[0018] Fig. 1 eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform eines Kraftstoffinjektors;

[0019] Fig. 2 eine Schnittansicht des Kraftstoffdüsenbereiches der ersten Ausführungsform;

[0020] Fig. 3 eine Rückansicht eines äußeren, einen Magnetpfad bildenden Bauteils der ersten Ausführungsform;

[0021] Fig. 4 eine Aufsicht auf das einen äußeren Magnetpfad bildende Bauteil der ersten Ausführungsform;

[0022] Fig. 5 einen Schnitt längs der Linie V-V in Fig. 3;

[0023] Fig. 6 eine Seitenansicht eines beweglichen Elements der ersten Ausführungsform;

[0024] Fig. 7 einen Schnitt längs der Linie VII-VII der Fig. 6;

[0025] Fig. 8 einen Schnitt längs der Linie VIII-VIII in Fig. 7;

[0026] Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer Ventilsitzbaugruppe;

[0027] Fig. 10 eine teilweise Stirnansicht einer Lochplatte der ersten Ausführungsform, gesehen von deren strömungsaufwärtiger Seite;

[0028] Fig. 11 einen Schnitt längs der Linie XI-XI in Fig. 10;

[0029] Fig. 12 eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte der ersten Ausführungsform, gesehen von deren strömungsaufwärtiger Seite;

[0030] Fig. 13 eine Schnittansicht des vorderen Endes eines beweglichen Elements und von dem beweglichen Element nahen Teilen der ersten Ausführungsform;

[0031] Fig. 14 eine Kurve zur Erläuterung der Beziehung zwischen dem Verhältnis $(t/\varnothing d)$ der Dicke t der Lochplatte zu dem Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher und der Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes;

[0032] Fig. 15 eine Kurve zur Darstellung der Beziehung zwischen der Anzahl der Düsenlöcher und der Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes;

[0033] **Fig. 16** eine erläuternde Ansicht, die den Zielpunkt des eingespritzten Kraftstoffes bei einer zweiten Ausführungsform zeigt;

[0034] **Fig. 17** eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte der zweiten Ausführungsform, gesehen von der strömungsabwärtigen Seite;

[0035] **Fig. 18** eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte einer dritten Ausführungsform, gesehen von der strömungsaufwärtigen Seite;

[0036] **Fig. 19** eine Schnittansicht des Kraftstoffdüsenbereiches einer vierten Ausführungsform, zur beispielhaften Erläuterung der Erfindung;

[0037] **Fig. 20** eine Stirnansicht des Kopfes des Kraftstoffdüsenbereiches von **Fig. 19**;

[0038] **Fig. 21** eine Ansicht zur Erläuterung des maximalen Ausbreitungswinkels des Kraftstoffes der von den Düsenlöchern abgegeben wird;

[0039] **Fig. 22** eine Seitenansicht eines Kraftstoffinjektors der in senkrechter Position und in einer gegenüber der senkrechten Position geneigten Position befestigt ist;

[0040] **Fig. 23** eine Ansicht, die den Kraftstoffdüsenbereich von **Fig. 2** mit eisbedeckten Düsenlöchern darstellt;

[0041] **Fig. 24** eine Schnittansicht des Kraftstoffdüsenbereiches eines Vergleichsbeispiels;

[0042] **Fig. 25** eine Ansicht, die den Kraftstoffdüsenbereich von **Fig. 24** mit eisbedeckten Düsenlöchern zeigt;

[0043] **Fig. 26** eine Kurve, die die Beziehung zwischen der Höhe H des Kragenbereiches und der Durchflussrate des abgegebenen Kraftstoffes darstellt;

[0044] **Fig. 27** eine Kurve, die die Beziehung zwischen dem Abstand d zwischen der äußersten Kante der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches und der Kante des nächstliegenden Düsenloches bezüglich der Durchflussrate des ausgegebenen Kraftstoffes darstellt; und

[0045] **Fig. 28** eine Schnittansicht eines Kraftstoffdüsenbereiches eines bekannten Injektors.

[0046] Ein Kraftstoffinjektor kann einen Körper mit einer Kraftstoffstrahl- bzw. -düsenöffnung, ein bewegliches Element bzw. Ventilglied, das die Düsenöffnung öffnet und schließt, und eine Lochplatte enthalten, die auf der strömungsabwärtigen Seite der Düsenöffnung angeordnet ist. In der Lochplatte sind

Düsenlöcher vorgesehen und es wird Kraftstoff abgegeben, abhängig von der Öffnungs- und Schließbewegung des beweglichen Elementes bzw. Ventils. Ein Kragenbereich kann um die Düsenlöcher vorgesehen sein. Vorzugsweise ist die Höhe H des Kragenbereiches größer als etwa 0,5 mm.

[0047] Zwischen der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches und der Kante des nächstliegenden Düsenloches kann ein Abstand d definiert werden. In diesem Fall genügt der maximale Ausbreitungswinkel θ für den Kraftstoff, der aus dem den Kragenbereich nächstliegenden Düsenloch austritt, vorzugsweise der Bedingung:

$$H \leq d / \tan \theta.$$

[0048] Der Abstand d ist vorzugsweise größer als oder gleich etwa 1,3 mm. Der Innendurchmesser D des Kragenbereiches liegt vorzugsweise bei etwa 5 bis 10 mm. Günstiger ist es, wenn $d \leq$ etwa D/2 (bzw. 0,5D) ist.

[0049] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind zwischen etwa 8 und 18 Düsenlöcher in der Lochplatte ausgebildet. Die Dicke t der Lochplatte und der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher können vorzugsweise derart gewählt sein, dass ein Verhältnis von etwa $0,53 t / \varnothing d$ 0,82 erfüllt ist.

[0050] Das bewegliche Element kann eine flache Oberfläche mit einem Durchmesser $\varnothing D$ aufweisen, die in einem Bereich des beweglichen Elements ausgebildet ist. Die flache Oberfläche kann die Lochplatte intermittierend berühren, um die Düsenöffnung zu öffnen und zu schließen. Bei einer solchen Ausführungsform können die Düsenlöcher innerhalb eines Kreises des Durchmessers $\varnothing D$ in der Lochplatte ausgebildet sein, der die flache Oberfläche intermittierend berührt. Die Düsenlöcher können auch längs jeweiliger geneigter Achsen ausgebildet sein, die bezüglich der Mittelachse der Lochplatte geneigt sind, so dass die Düsenlöcher abwärts und weg von der Mittelachse der Lochplatte gerichtet sind. Weiter können die geneigten Achsen der Düsenlöcher derart definiert sein, dass sie sich nicht gegenseitig stören. Die Düsenlöcher können auch längs jeweiliger Achsen ausgebildet sein, die sich auf einen Kopfbereich eines Einlassventils erstrecken.

[0051] Strömungsaufwärtsseitige Öffnungen der Düsenlöcher können auf einer Mehrzahl von Kreisen angeordnet oder verteilt werden. Weiter kann der kürzeste Abstand L zwischen den strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher kleiner als der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher sein.

[0052] Zusätzlich oder alternativ kann der Kraftstoffinjektor einen Körper mit einer Kraftstoffdüsenöffnung, ein bewegliches Element, das die Düsenöff-

nung intermittierend berührt, um sie zu öffnen und zu schließen, und eine an der strömungsabwärtigen Seite der Düsenöffnung angeordnete Lochplatte aufweisen, in welcher Lochplatte eine Mehrzahl von Düsenlöchern ausgebildet ist. Das bewegliche Element kann eine flache Oberfläche mit einem Durchmesser $\varnothing D$ aufweisen, der in einem Bereich des beweglichen Elements ausgebildet ist, der die Lochplatte intermittierend berührt. Die Düsenlöcher können innerhalb eines Kreises mit einem Durchmesser $\varnothing D$ in der Lochplatte angeordnet sein, der die flache Oberfläche intermittierend berührt, und können längs jeweiliger geneigter Achsen ausgebildet sein, die relativ zu der Mittelachse der Lochplatte geneigt sind, so dass die Düsenlöcher abwärts und weg von der Mittelachse der Lochplatte gerichtet sind. Weiter können die geneigten Achsen der Düsenlöcher derart definiert sein, dass sie sich nicht gegenseitig stören.

[0053] Die Kraftstoffdüsenöffnung und das bewegliche Element können jedwelter Bauart sein, die für einen Kraftstoffinjektor geeignet ist, und die im Folgenden beschriebene Konstruktion ist bezüglich der Typen von Bauarten nicht limitierend, die den Vorgang der Abgabe von Kraftstoff aus dem Injektorkörper durchführen können. Die Kraftstoffdüsenöffnung und das bewegliche Element der vorliegenden Erfindung sind mit der Absicht geschaffen, eine Vorrichtung zur Abgabe von Kraftstoff und zum Atomisieren des Kraftstoffes zu schaffen. Jegliche Bauart, die diese Funktion ausführen kann, ist zur Verwendung mit der vorliegenden Lehre geeignet. Die Lochplatte der vorliegenden Lehre atomisiert die Kraftstoffteilchen dann weiter. Verschiedene Designs bzw. Konstruktionen der Lochplatte können getrennt oder zusammen verwendet werden, je nach Wunsch des Designers.

[0054] Somit kann jedes der zusätzlichen Merkmale und der Verfahrensschritte, die vorstehend oder nachfolgend beschrieben sind, getrennt oder in Kombination mit anderen Merkmalen und Verfahrensschritten verwendet werden, um verbesserte Kraftstoffinjektoren und Verfahren zum Konstruieren und Verwenden solcher Kraftstoffinjektoren zu schaffen. Repräsentative Beispiele der Erfindung, die viele dieser zusätzlichen Merkmale und Verfahrensschritte in Verbindung verwenden, werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen im Detail beschrieben. Die detaillierte Beschreibung dient lediglich dazu, einem Fachmann weitere Details zur Ausführung bevorzugter Aspekte der vorliegenden Lehre zu lehren, wobei nicht beabsichtigt ist, den Umfang der Erfindung zu beschränken. Nur die Patentansprüche definieren den Umfang der beanspruchten Erfindung. Daher können Kombinationen von Merkmalen und Schritten, die in der folgenden detaillierten Beschreibung beschrieben sind, nicht notwendig sein, um die Erfindung in ihrem breitesten Sinne auszuführen und werden nur deshalb erläutert, um einige repräsentative Beispiele der Erfindung ge-

nau zu beschreiben.

[0055] Ein erstes Beispiel eines Kraftstoffinjektors wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 14** erläutert. **Fig. 1** ist eine Schnittansicht des Kraftstoffinjektors bzw. der Kraftstoffeinspritzdüse, wobei Kraftstoff von rechts nach links in der Zeichnung strömt. In der nachfolgenden Beschreibung wird die rechte Seite der **Fig. 1** als „Hinter-“, oder „strömungsaufwärtige“ Seite bezeichnet und die linke Seite wird als die „Vorder-“ oder „strömungsabwärtige“ Seite bezeichnet.

[0056] Der Kraftstoffinjektor der **Fig. 1** kann einen Injektorkörper mit einem Körper **1**, einem Ventilsitz **13** und einem beweglichen Element **20** aufweisen. Der Ventilsitz **13** kann eine Düsenöffnung **13a** aufweisen und ist vorzugsweise in den Körper **1** eingesetzt. Die Düsenöffnung **13a** des Ventilsitzes **13** kann mittels eines Ventiliertes bzw. einer Ventilkugel **23** geöffnet und geschlossen werden, die an dem beweglichen Element **20** angebracht ist, das innerhalb des Ventilsitzes **13** axial beweglich ist. Eine Lochplatte **14** ist vorzugsweise an der strömungsabwärtigen Seite des Ventilsitzes **13** angeordnet. Die Lochplatte **14** kann Düsenlöcher **14a** für eine weitere bzw. zusätzliche Atomisierung von Kraftstoffteilchen aufweisen, die aus der Düsenöffnung **13a** abgegeben werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Injektorkörper mit der Lochplatte **14** Kraftstoffinjektor genannt.

[0057] Die Konstruktion des Kraftstoffinjektors der ersten Ausführungsform wird im Folgenden genauer erläutert. Der Körper **1** enthält vorzugsweise ferromagnetisches Material und hat eine insgesamt zylindrische Gestalt. Ein Ring **2** enthält vorzugsweise nicht-magnetisches Material und hat eine insgesamt kurze zylindrische Gestalt. Ein vorderer Bereich des Rings **2** kann mit Preßsitz in den hinteren Endbereich des Körpers **1** eingesetzt und mit dem Körper **1** verschweißt sein. Ein vorderes Ende eines hohlen, schaftartigen Kerns **3** kann ebenfalls ein ferromagnetisches Material enthalten und kann auf den hinteren Endbereich des Rings **2** mit Presssitz aufgebracht sein und mit dem Ring **2** verschweißt sein. Der Kern **3** hat einen radial auswärts vorstehenden Flansch **3a**, der insgesamt in dessen mittlerem Bereich bezüglich dessen axialer Richtung ausgebildet ist. Der Kern **3** kann weiter einen erhobenen Bereich **3b** aufweisen, der hinter dem Flansch **3a** angeordnet ist. Der Außendurchmesser des Kerns **3** an den erhobenen Bereich **3b** kann etwas größer sein als der an dem Bereich hinter dem angehobenen Bereich **3b**.

[0058] Ein Spulenkörper **4** aus elektrisch isolierendem Material, beispielsweise Kunstharz, kann um eine Verbindung zwischen dem Ring **2** und dem Kern **3** angeordnet sein. Um den Spulenkörper **4** kann eine Solenoid- bzw. Magnetspule **6** gewickelt sein. Der

Spulenkörper 4 kann an seinem hinteren Ende einen Anschlussmontagebereich 4a aufweisen und ein Anschlussende eines Anschlusses 5 kann in den Anschlussmontagebereich 4a eingepresst sein. Vorzugsweise ist das Anschlussende 5a des Anschlusses 5 elektrisch mit der Magnetspule 6 verbunden.

[0059] Der äußere Umfangsbereich der Magnetspule 6 kann teilweise von einem, einen äußeren Magnetpfad bildenden Bauteil 7 umgeben sein, und Fig. 3 zeigt eine Rückansicht eines repräsentativen, einen äußeren Magnetpfad bildenden Bauteils 7. Fig. 4 ist eine Aufsicht auf das repräsentative, einen äußeren Magnetpfad bildende Bauteil, und Fig. 5 ist die Ansicht eines Schnittes längs der Linie V-V in Fig. 3. Das einen äußeren Magnetpfad bildende Bauteil 7 kann insgesamt elliptischen (ovalen) Querschnitt aufweisen und kann eine Endplatte 7b und ein Paar Verlängerungsstücke 7a enthalten. Die Endplatte 7b kann ein in der Mitte angeordnetes, kreisförmiges Montageloch 8 enthalten. Das Paar von Verlängerungsstücken 7a kann sich von dem oberen und unteren Rand der Endplatte 7b vorwärts erstrecken und einen bogenförmigen Querschnitt haben. Der Durchmesser des Montageloches 8 ist vorzugsweise etwas kleiner als der Außendurchmesser des erhobenen Bereiches 3b des Kerns 3. Das einen äußeren Magnetpfad bildende Bauteil 7 kann beispielsweise durch Tiefziehen eines einzigen Teils aus ferromagnetischem Metallblech hergestellt sein. Das Montageloch 8 kann beispielsweise durch Stanzen ausgebildet sein.

[0060] Das hintere Ende des Kerns 3 kann in das Montageloch 8 eingesetzt sein und der erhobene Bereich 3b des Kerns 3 kann mit Presssitz in das Montageloch 8 eingebracht sein, bis die Endplatte 7b den Flansch 3a des Kerns in axialer Richtung berührt. Im Ergebnis ist das den äußeren Magnetpfad bildende Bauteil 7 positioniert und an dem Kern 3 angebracht. Weiter können die vorderen Enden der Verlängerungsstücke 7a des den äußeren Magnetpfad bildenden Bauteils 7 mit dem hinteren Ende des Körpers 1 beispielsweise durch Schweißen verbunden werden.

[0061] Wie in Fig. 1 dargestellt, kann ein Kunstharz-Formteil einen Umfangsbereich umgeben, der sich von dem hinterhältigen Bereich des Körpers 1 zum hinteren Ende des Kerns 3 erstreckt und um den Anschluss 5 kann durch Kunststoffformung eine Buchse bzw. ein Anschlussbauteil 9 ausgebildet werden. Das Anschlussbauteil 9 ist vorteilhafterweise mit einem Stromversorgungsanschlussbauteil einer elektronischen Steuereinheit (nicht dargestellt) verbunden. Die elektronische Steuereinheit steuert auf diese Weise die Stromversorgung der Magnetspule 6.

[0062] Ein beispielhaftes bewegliches Element 20, das im Folgenden genauer erläutert wird, ist in die

Verbindung des Körpers 1 mit dem Ring 2 axial verschiebbar eingesetzt. Fig. 6 ist eine Seitenansicht eines solchen beweglichen Elements 20, Fig. 7 ist ein Schnitt längs der Linie VII-VII der Fig. 6 und Fig. 8 ist ein Schnitt längs der Linie VIII-VIII in Fig. 7. Das bewegliche Element 20 kann beispielsweise einen Anker 22 und eine Ventilkugel 23 enthalten. Der Anker 22 kann ferromagnetisches Material enthalten und eine hohlschaftartige Gestalt aufweisen. Die Ventilkugel 23 kann an dem Anker 22 angebracht sein, um die vordere Endöffnung des Ankers 22 zu verschließen. Ein Paar von Löchern 22a kann in der Seitenwand des Ankers 22 neben dessen Vorderende ausgebildet sein. Der hohle Bereich des Ankers 22 und die Löcher 22a bilden vorzugsweise einen Kraftstoffdurchlass 24 (Fig. 8) im Anker 22. Der Anker 22 kann einen integral ausgebildeten zylindrischen Bereich 22A mit größerem Durchmesser an dem hinteren Ende des zylindrischen Bereiches 22A aufweisen. Weiter kann der Anker 22, wie in Fig. 8 dargestellt, eine abgestufte Oberfläche 25 aufweisen, die innerhalb seiner inneren Umfangsfläche an der Verbindung des zylindrischen Bereiches 22A mit größerem Durchmesser und dem vorderen zylindrischen Bereich mit kleinerem Durchmesser (nicht beziffert) ausgebildet ist.

[0063] Der Anker 22 ist vorzugsweise einteilig und kann beispielsweise durch Metallspritzformen hergestellt sein. Metallspritzformen ist wohlbekannt und enthält typischerweise die Schritte Kneten, Formen, flüssiges Entfetten und Sintern. Die Knetstufe umfasst normalerweise das Kneten bzw. Vermischen von feinem Metallpulver mit einem Binder. Der Formschritt enthält normalerweise das Formen bzw. Spritzen des gekneteten Materials mit einer Spritzgussmaschine. Der Flüssigkeitsentfettungsschritt umfasst gewöhnlich das Entfernen des Binders aus dem spritzgeformten Produkt unter Verwendung eines Lösungsmittels in einem Entfettungssofen. Schließlich umfasst der Sinterschritt normalerweise das Sintern des entfetteten, geformten Produktes in einem Sinterofen. Ein ferromagnetisches Material, wie beispielsweise elektromagnetisches SUS oder Permalloy, können als metallisches Material verwendet werden.

[0064] Das bewegliche Element 20 kann in dem Körper 1, wie in Fig. 1 dargestellt, eingesetzt werden. Genauer kann der Bereich 22A mit vergrößertem Durchmesser des Ankers 22 verschiebbar in den Körper 1 und den Ring 2 eingesetzt werden. Der Einsatz 22 wird vom Kern 3 durch Magnetkraft angezogen, die erzeugt wird, wenn die Magnetspule 6 mit Energie beaufschlagt wird.

[0065] Eine Ventilsitzbaugruppe Vs kann in den vorderen Endbereich des Körpers 1 eingesetzt werden. Ein Querschnitt einer beispielsweise Kraftstoffdüsen- und Ventilsitzbaugruppe Vs

ist teilweise in **Fig. 2** gezeigt. Die Ventilsitzbaugruppe Vs kann den Ventilsitz 13, die Lochplatte 14 und einen Plattenhalter 30 enthalten. Der Ventilsitz 13 hat vorzugsweise insgesamt zylindrische Gestalt mit einem Boden und hat wenigstens eine Düsenöffnung 13a, die an der vorderen End- bzw. Stirnseite des Ventilsitzes 13 ausgebildet ist. Kraftstoff wird aus dem Injektorkörper 1 durch die Ventilsitzbaugruppe Vs hindurch abgegeben.

[0066] Die Lochplatte 14 enthält vorzugsweise eine kreisförmige Platte aus Edelstahl und kann an der vorderen Stirnfläche bzw. -seite des Ventilsitzes 13 (an dessen strömungsabwärtiger Seite) angeordnet sein. Die Lochplatte 14 hat vorzugsweise kreisförmige Düsenlöcher 14a, die in dem zentralen Bereich der Lochplatte 14 ausgebildet sind und mit der Düsenöffnung 13a des Ventilsitzes 13 in Verbindung stehen, um von der Düsenöffnung 13a abgegebenen Kraftstoff zu atomisieren. Die Düsenlöcher 14a werden weiter unten genauer erläutert. Der Umfang der Lochplatte 14 ist vorzugsweise nach hinten gebogen, wodurch ein ringförmiger Pass- bzw. Anschlussbereich 14b gebildet ist, der auf das Vorderende des Ventilsitzes 13 aufgeschoben bzw. aufgesetzt ist. Die beispielhafte Ventilsitzbaugruppe Vs ist in **Fig. 9** perspektivisch dargestellt, bevor sie in den Körper 1 eingebaut ist.

[0067] Wie in **Fig. 2** dargestellt, kann der Plattenhalter 30 eine Ringplatte aus Edelstahl enthalten und ist vorzugsweise am Umfang der vorderen Stirnseite der Lochplatte 14 angeordnet. Der Umfang des Plattenhalters 30 ist vorzugsweise nach vorne über einen gebogenen Bereich 30a mit L-förmigem Querschnitt abgebogen, wodurch ein ringförmiger Montagebereich 30b gebildet ist. Der innere Umfang des Plattenhalters 30 kann mit dem Ventilsitz 13 (an Schweißstellen 12) durch die Lochplatte 14 hindurch mittels Laser verschweißt werden, die vorzugsweise zwischen dem Plattenhalter 30 und dem Ventilsitz 13 angeordnet ist.

[0068] Nach ihrem Zusammenbau kann die Ventilsitzbaugruppe Vs in den vorderen Endbereich des Körpers 1 eingesetzt werden. Der Montagebereich 30b des Plattenhalters 30 kann mit der inneren Umfangsfläche des Körpers 1 (an Schweißstellen 15) lasergeschweißt werden. Die Düsenöffnung 13a des Ventilsitzes 13 kann von der Ventilkugel 23 des beweglichen Elements 20 geöffnet und geschlossen werden.

[0069] Die Positionseinstellung des Ventilsitzes 13 relativ zu dem Körper 1 kann durchgeführt werden, indem der gebogene Bereich 30a des Plattenhalters 30 plastisch verformt wird. Genauer kann durch Zwängen des Ventilsitzes 13 nach hinten in den Körper 1 hinein der gebogene Bereich 30a des Plattenhalters 30 plastisch verformt werden, um den Biege-

winkel des gebogenen Bereiches 30a zu vergrößern. Nach Beendigung der Krafteinwirkung auf den Ventilsitz 13 ist der Ventilsitz 13 an Ort und Stelle befestigt.

[0070] Die Dicke t_a des Plattenhalters 30 kann derart gewählt werden, dass ausreichende Steifigkeit sichergestellt ist, so dass der gebogene Bereich 30a durch den Kraftstoffdruck nicht verformt wird, der im Betrieb des Kraftstoffinjektors auf den Ventilsitz 13 wirkt. Die Dicke t der Lochplatte 14 kann derart gewählt werden, dass sichergestellt ist, dass die Düsenlöcher 14a ausreichende Länge aufweisen, um eine Richtung der Kraftstoffpartikel herbeizuführen, die durch die Düsenlöcher 14a hindurchtreten.

[0071] In den Kern 3 kann eine Ventilsfeder 16 eingesetzt werden, und anschließend wird ein Federzapfen 17 mit C-förmigem Querschnitt in den Kern 3 unter Pressung eingesetzt. Das vordere Ende der Ventilsfeder 16 kann in den Bereich 22a mit größerem Durchmesser des Ankers 22 des beweglichen Elements 20 eingesetzt werden und kann von der abgestuften Oberfläche 25 (**Fig. 8**) des Ankers 22 abgestützt werden. Die Ventilsfeder 16 drängt das bewegliche Element 20 vorzugsweise in die Richtung zum Schließen des Ventils (nach vorwärts) gegen den Federzapfen 17.

[0072] Der Innenraum, der sich von der hinteren Endöffnung des Kerns 3 zu der Düsenöffnung 13a des Ventilsitzes 13 erstreckt, enthält vorzugsweise einen Kraftstoffdurchlass 18. Ein Sieb 19 kann mit Presssitz in den hinteren Endbereich des Kerns 3 eingesetzt sein. Wenn das Anschlussbauteil 9 durch eine Kunststoffformtechnik ausgebildet wird, kann um den Außenumfang des hinteren Endbereiches des Kerns 3 eine Ringnut 10 ausgebildet werden. In die Ringnut 10 kann ein O-Ring 11 eingesetzt werden, der dazu dient, eine Dichtung zwischen Kern 3 und einer Zufuhrleitung (nicht dargestellt) zu schaffen, die mit dem Kern 3 verbunden ist.

[0073] Bevorzugte Materialien zum Herstellen der Hauptkomponenten bzw. Teile des Kraftstoffinjektors sind: elektromagnetisches SUS für den Körper 1, SUS304 für den Ring 2, elektromagnetisches SUS für den Kern 3, elektromagnetisches SUS für das den äußeren Magnetpfad bildende Bauteil 7, elektromagnetisches SUS oder Permalloy für den Anker 22, SUS440C für den Ventilsitz 13 und SUS304 für die Lochplatte 14 und den Plattenhalter 30. Selbstverständlich können auch andere Materialien zur Herstellung des Injektors verwendet werden.

[0074] Im Folgenden wird eine beispielhafte Betriebsart des vorliegenden Kraftstoffinjektors beschrieben. Aus einem Kraftstofftank (nicht dargestellt) wird Kraftstoff mit einem vorbestimmten Druck zugeführt und gefiltert, indem er durch das Sieb 19 hindurchströmt. Der Kraftstoff gelangt dann zu der In-

nenseite des Ventilsitzes 13 durch den Kraftstoffdurchlass 18. Wenn die Magnetspule 6 nicht mit Energie beaufschlagt ist, wird das bewegliche Element 20 von der Ventillfeder 16 in Vorwärtsrichtung gedrängt oder vorgespannt, um das Ventil zu schließen, so dass die Düsenöffnung 13a des Ventilsitzes 13 geschlossen ist. Deshalb wird kein Kraftstoff von der Düsenöffnung 13a abgegeben.

[0075] Wenn der Magnetspule 6 Energie zugeführt wird, wird ein Magnetpfad gebildet, der durch den Kern 3, den Anker 22 des beweglichen Elements 20, den Körper 1 und das den äußeren Magnetpfad bildende Bauteil 20 verläuft. Deshalb wird zwischen dem Kern 3 und dem Anker 22 eine Magnetkraft erzeugt, wodurch das bewegliche Element 20 in Rückwärtsrichtung zum Öffnen des Ventils bewegt wird. Im Ergebnis trennt sich die Ventilkugel 23 des beweglichen Elements 20 von dem Ventilsitz, um die Düsenöffnung 13a zu öffnen, und es werden Kraftstoffpartikel aus der Düsenöffnung 13a abgegeben, die weiter atomisiert werden, indem sie durch die Düsenlöcher 13a (Fig. 2) der Lochplatte 14 hindurchtreten.

[0076] Wenn die Energiebeaufschlagung der Magnetspule 6 beendet wird, wird die magnetische Anziehung zwischen dem Kern 3 und dem Anker 22 beendet. Im Ergebnis wird das bewegliche Element 20 von der Federkraft der Ventillfeder 16 in Schließrichtung des Ventils verschoben. Deshalb wird die Düsenöffnung 13a von der Ventilkugel 23 des beweglichen Elements 20 wiederum geschlossen gehalten und die Kraftstoffeinspritzung aus der Düsenöffnung 13a wird beendet.

[0077] Im Folgenden werden beispielhafte Düsenlöcher 14a bezüglich der bevorzugten Durchmesser und Anordnungen beschrieben.

[0078] Fig. 10 ist eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte 14, gesehen von der strömungsaufwärtigen Seite. Fig. 11 ist ein Schnitt längs der Linie XI-XI in Fig. 10. Wie in Fig. 11 dargestellt, umfasst jedes der Düsenlöcher 14a ein kreisförmiges Loch mit schräger Achse S derart, dass die Öffnung der strömungsabwärtigen Seite (untere Seite der Fig. 11) in einer größeren Entfernung von der Mittelachse der Lochplatte 14 angeordnet ist als die Öffnung auf der strömungsaufwärtigen Seite (Oberseite der Fig. 11). Die Düsenlöcher 14a können durch Pressformen der Lochplatte 14 hergestellt werden.

[0079] Gemäß Fig. 10 sind die Düsenlöcher 14a der vorliegenden speziellen Ausführungsform derart ausgebildet, dass die strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a auf zwei konzentrischen Kreisen C1 und C2 um ein Zentrum CP der Lochplatte 14 verteilt sind. In Fig. 10 sind die Öffnungen von vier Düsenlöchern 14a gleichmäßig auf dem inneren Kreis C1 beabstandet, während die Öffnun-

gen von acht Düsenlöchern 14a auf dem äußeren Kreis C2 gleichmäßig beabstandet sind. Genauer sind insgesamt zwölf Düsenlöcher 14a in der Lochplatte 14 ausgebildet. Durch diese Anordnung der strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a auf einer Mehrzahl von Kreisen kann eine größere Anzahl von Düsenlöchern 14a wirksam innerhalb eines begrenzten Raumes positioniert werden.

[0080] Weiter sind bei der vorliegenden Ausführungsform die strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a derart angeordnet, dass die Öffnungen auf dem äußeren Kreis C2 nicht radial mit den Öffnungen auf dem inneren Kreis C1 ausgerichtet sind. In Fig. 10 ist jede der Öffnungen auf dem inneren Kreis C1 zwischen den Öffnungen auf dem äußeren Kreis C2 angeordnet. Durch diese Anordnung der strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a auf einer Mehrzahl von Kreisen und in fehlender radialer Ausrichtung zwischen den Öffnungen auf dem inneren und dem äußeren Kreis C1 und C2 können die Düsenlöcher 14a wirksamer innerhalb eines begrenzten Raums positioniert werden. Weiter wird im vorliegenden Fall ein größerer Zwischenraum zwischen den Öffnungen der Düsenlöcher 14a erzielt, welcher größerer Zwischenraum verhindert, dass Kraftstoffenergie, die in jedes Düsenloch 14a strömt, zu benachbarten Düsenlöchern 14a gelangt bzw. abgeleitet wird. Mit dieser Anordnung strömt Kraftstoff in jedes Düsenloch 14a gleichmäßiger, und es kann eine Abnahme der Strahlgeschwindigkeit der Kraftstoffpartikel verhindert werden, so dass die Kraftstoffpartikel weiter atomisiert werden können.

[0081] Mit der beschriebenen Verteilung der strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a kann weiter eine Interferenz zwischen atomisierten Kraftstoffteilchen verhindert werden, die von den Düsenlöchern 14a abgegeben werden. Wenn eine solche Interferenz auftritt, koaleszieren die atomisierten Kraftstoffteilchen zu größeren Teilchen. Es wurden verschiedene Studien durchgeführt, um die Beziehung zwischen dem Abstand zwischen den strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a und der Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes zu bestimmen. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes kleiner gemacht werden kann, indem der kürzeste Abstand L zwischen den strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a (dieser Abstand ist in Fig. 10 durch die Bezugszeichen L1, L2 bezeichnet) folgende Bedingung erfüllt:

$$L > \varnothing d,$$

wobei $\varnothing d$ der Durchmesser der Düsenlöcher 14a ist. Entsprechend ist bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der kürzeste Abstand L zwischen den strömungsaufwärtseitigen Öffnungen der Düsenlöcher

14a größer als der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher **14a**.

[0082] Wenn die geneigten bzw. schrägen Achsen **S** der Düsenlöcher **14a** derart angeordnet sind, dass sie sich gegenseitig stören bzw. interferieren, interferiert der atomisierte Kraftstoff, der von den Düsenlöchern **14a** abgegeben wird, und koalesziert zu größeren Teilchen. Durch Anordnung der geneigten Achsen **S** der Düsenlöcher **14a** derart, dass sie sich nicht gegenseitig stören, kann deshalb verhindert werden, dass der atomisierte Kraftstoff zu größeren Teilchen koalesziert bzw. zusammenwächst. Entsprechend sind in der vorliegenden Ausführungsform die Düsenlöcher **14b** längs schräger bzw. geneigter Achsen **S** ausgebildet, die sich nicht gegenseitig stören.

[0083] Als Ergebnis verschiedener Studien wurde ebenfalls bestimmt, dass das Verhältnis $(t/\varnothing d)$ der Dicke t der Lochplatte **14** zu dem Durchmesser $\varnothing d$ (siehe **Fig. 11**) der Düsenlöcher **14** die Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes beeinflusst. Genauer wurde die Teilchengröße des von den Düsenlöchern **14a** abgegebenen atomisierten Kraftstoffes bezüglich einer Mehrzahl von Lochplatten **14** mit unterschiedlichen Verhältnissen $(t/\varnothing d)$ der Dicke t der Lochplatte **14** zu dem Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher **14a** gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig. 14** dargestellt, wobei die Abszisse das Verhältnis $(t/\varnothing d)$ und die Ordinate die Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes angibt. Wie aus **Fig. 14** hervorgeht, ist die Teilchengröße am kleinsten, wenn das Verhältnis $(t/\varnothing d)$ im Bereich von etwa 0,53 bis 0,82 liegt.

[0084] Daher kann die Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes kleiner gemacht werden, indem das Verhältnis $(t/\varnothing d)$ der Dicke t der Lochplatte **14** zu dem Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher **14a** derart eingestellt wird, dass folgende Bedingung erfüllt ist:

$$0,53 \leq t/\varnothing d \leq 0,82.$$

[0085] Die Dicke t der Lochplatte **14** und der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher **14a** muss innerhalb eines Bereiches eingestellt bzw. gewählt werden, in der eine Pressformung der Lochplatte **14** möglich ist.

[0086] **Fig. 12** ist eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte **14**, gesehen von deren strömungsaufwärtiger Seite, und **Fig. 13** ist eine Schnittansicht des vorderen Endes des beweglichen Elements **20** und umgebender Teile. Wie in **Fig. 13** dargestellt, ist die Oberfläche **23a** des Kugelventils **23** (siehe **Fig. 6** bis **Fig. 8**), die zur Lochplatte **14** zeigt, bei dieser Ausführungsform flach bzw. eben. In **Fig. 12** und **Fig. 13** ist $\varnothing D$ der Durchmesser der flachen Oberfläche **23a** und $\varnothing C$ der Durchmesser eines Kreises, der die strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher **14a**, die am weitesten von dem Mittelpunkt **CP** auf der Mittellinie **CL** der flachen Oberfläche **23a** entfernt

sind, umschreibt.

[0087] In der vorliegenden Ausführungsform sind der Durchmesser $\varnothing D$ der flachen Oberfläche **23a** und der Durchmesser $\varnothing C$ des umschreibenden Kreises derart gewählt, dass gilt:

$$\varnothing D > \varnothing C.$$

[0088] Genauer sind die strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher **14a** in der Lochplatte **14**, die der flachen Oberfläche **23a** gegenüberliegen, innerhalb des Kreises mit dem Durchmesser $\varnothing D$ angeordnet.

[0089] Mit einem solchen Design tritt Kraftstoff zwischen dem Ventilsitz **13** und der Ventilkugel **23** des beweglichen Elements **20** hindurch und fließt in Richtung auf die Mitte der Lochplatte **14**. Auf diese Weise strömt Kraftstoff in einer gleichmäßigen Strömung ohne Energieverlust bis unmittelbar vor sein Eintreten in die Düsenlöcher **14a** (dargestellt durch den Pfeil **Y1** in **Fig. 13**). Dann wird, da die Düsenlöcher **14a** zur Mittelachse der Lochplatte **14** derart geneigt sind, dass sie abwärts und von der Mittelachse der Düsenplatte weg gerichtet sind, die Richtung der Kraftstoffströmung plötzlich bei Eintritt in die Düsenlöcher **14a** geändert. Im Ergebnis wird innerhalb der Düsenlöcher **14a** eine turbulente Strömung erzeugt (dargestellt durch den Pfeil **Y2** in **Fig. 13**). Auf diese Weise kann mit einer solchen Anordnung der Düsenlöcher **14a** innerhalb der Düsenlöcher **14a** eine turbulente Strömung erzeugt werden, während eine Abnahme der Strahlgeschwindigkeit der Kraftstoffpartikel, die aus den Düsenlöchern **14a** austreten, vermieden wird. Im Ergebnis können die eingespritzten Kraftstoffteilchen weiter atomisiert werden.

[0090] Die Anzahl der Düsenlöcher **14a** in der Lochplatte **14** kann bestimmt werden, indem die Teilchengröße des aus den Düsenlöchern **14a** austretenden, atomisierten Kraftstoffes bezüglich einer Mehrzahl von Lochplatten **14** mit unterschiedlichen Zahlen von Düsenlöchern **14a** gemessen wird. Ergebnisse sind in **Fig. 15** dargestellt, um die Beziehung zwischen der Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes und der Anzahl der Düsenlöcher **14a** zu zeigen. Bei dieser Messung betrug das Verhältnis $(t/\varnothing d)$ der Dicke t der Lochplatte **14** zum Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher **14a** 0,7. In **Fig. 15** stellt die Abszisse die Anzahl der Düsenlöcher **14a** und die Ordinate die Partikelgröße des atomisierten Kraftstoffes dar. Die Kurvenlinie **La** zeigt das Messergebnis, bei dem die Kraftstoffeinspritz-Strömungsrate auf ein Minimum eingestellt war und die Kurvenlinie **Lb** zeigt das Messergebnis, bei dem die Kraftstoffeinspritz-Strömungsrate auf ein Maximum eingestellt war. Wie aus **Fig. 15** ersichtlich, ist die Teilchengröße des atomisierten Kraftstoffes kleiner als im Fall einer kleineren oder größeren Anzahl von Düsenlöchern **14a**, wenn

die Anzahl der Düsenlöcher 14a im Bereich etwa zwischen 8 und 18 ist.

[0091] Wie vorstehend beschrieben, können die Kraftstoffteilchen weiter atomisiert werden, indem die Anzahl und die Anordnung der in der Lochplatte 14 auszubildenden Düsenlöcher 14a und das Verhältnis ($t/\varnothing d$) der Dicke t der Lochplatte 14 zu dem Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher 14a geeignet bestimmt werden.

[0092] Weiter kann, wie in Fig. 10 dargestellt, eine größere Anzahl von Düsenlöchern 14a wirksam innerhalb eines begrenzten Raums positioniert werden, indem die strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a auf einer Mehrzahl von Kreisen C1 und C2 angeordnet werden. Durch Anordnung der strömungsaufwärtsseitigen Düsenlöcher 14a derart, dass eine radiale Ausrichtung vermieden wird, und indem die Öffnungen optimal derart angeordnet werden, dass der kürzeste Abstand L zwischen den strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a größer ist als der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher 14a, strömt zusätzlich Kraftstoff gleichmäßiger in jedes Düsenloch 14a und kann eine Abnahme der Strahlggeschwindigkeit der Kraftstoffteilchen vermieden werden. Auf diese Weise kann eine weitere Atomisierung der Kraftstoffteilchen erreicht werden.

[0093] Durch Ausbilden der Düsenlöcher 14b längs der geeigneten Achsen S, die sich nicht gegenseitig stören, kann weiter verhindert werden, dass aus den Düsenlöchern 14a austretender atomisierter Kraftstoff interferiert und zu größeren Teilchen koalesziert.

[0094] Wie in Fig. 13 dargestellt, kann eine glatte Oberfläche 23a mit einem Durchmesser $\varnothing D$ an dem Bereich der Ventilkugel 23 ausgebildet werden, der zur Lochplatte 14 zeigt. Die strömungsaufwärtsseitigen Öffnungen der Düsenlöcher 14a können innerhalb des Kreises mit einem Durchmesser $\varnothing D$ in der Lochplatte 14 angeordnet werden, der zu der flachen Oberfläche 23a zeigt. Weiter können die Düsenlöcher 14a längs jeweiliger geneigter Achsen S ausgebildet werden, die bezüglich der Mittelachse der Lochplatte 14 so geneigt ist, dass sie abwärts und weg von der Mittelachse der Lochplatte gerichtet sind. Mit einer solchen Anordnung strömt Kraftstoff in einer gleichmäßigen Strömung bis unmittelbar vor seinen Eintritt in die Düsenlöcher 14a, und es kann eine Abnahme in der Strahlggeschwindigkeit der Kraftstoffteilchen verhindert werden. Bei Eintritt in die Düsenlöcher 14a ändert sich die Richtung der Kraftstoffströmung plötzlich, was innerhalb der Düsenlöcher 14a eine turbulente Strömung erzeugen kann. Auf diese Weise kann die Atomisierung der Kraftstoffpartikel weiter verstärkt werden.

[0095] Eine zweite Ausführungsform wird im Fol-

genden unter Bezugnahme auf Fig. 16 und Fig. 17 beschrieben. Fig. 16 ist eine erklärende Ansicht, die einen Zielpunkt für den eingespritzten Kraftstoff zeigt. Fig. 17 ist eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte, gesehen von der strömungsabwärtigen Seite. Die zweite Ausführungsform ist eine Modifizierung der ersten Ausführungsform und es werden nur geänderte oder modifizierte Bereiche beschrieben. Mit denen der ersten Ausführungsform identische oder im wesentlichen identische Teile sind mit gleichen Bezugszeichen wie in der ersten Ausführungsform belegt.

[0096] Gemäß Fig. 16 können die Düsenlöcher 14a der zweiten Ausführungsform derart ausgebildet sein, dass jeweilige Zielpunkte P des aus den Düsenlöchern austretenden Kraftstoffes auf einen Kopfbereich 40b eines Einlassventils 40 treffen. Genauer können, wie in Fig. 17 dargestellt, die Düsenlöcher 14a längs der jeweiligen Achse S ausgebildet werden, die sich auf den Kopfbereich 40b des Einlassventils 40 erstrecken. Jede der Achsen S der Düsenlöcher 14a kann derart definiert werden, dass der aus den Düsenlöchern austretende Kraftstoff nicht mit einem Schaft 40a des Einlassventils 40 in störende Wechselwirkung gerät. Mit einer solchen Anordnung kann ein zu starkes Ausbreiten des von den Düsenlöchern 14a abgegebenen atomisierten Kraftstoffes verhindert werden, das anderweitig durch ein Zusammentreffen mit dem Schaft 40a des Einlassventils 40 verursacht werden kann. Im Ergebnis kann eine Verschlechterung des Ansprechverhaltens verhindert werden, die durch ein Phänomen verursacht werden kann, bei dem sich flüssiger Kraftstoff an der Luft-Kraftstoffmischöffnung bzw. dem Luft-Kraftstoffmischeinlass ansammelt. Zusätzlich ist jede der Achsen S der Düsenlöcher 14a derart definiert, dass aus den Düsenlöchern austretender atomisierter Kraftstoff nicht an der strömungsabwärtigen Seite interferiert. Auf diese Weise wird verhindert, dass atomisierter Kraftstoff zu größeren Teilchen koalesziert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Neigung der Achsen S in Fig. 17 vergrößert bzw. übertrieben dargestellt ist.

[0097] Eine dritte Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf die Fig. 18 beschrieben. Fig. 18 ist eine teilweise Stirnansicht der Lochplatte 14, gesehen von der strömungsaufwärtigen Seite.

[0098] Wie bei der zweiten Ausführungsform ist die dritte Ausführungsform eine Modifizierung der ersten Ausführungsform, und es werden nur veränderte oder modifizierte Bereiche erläutert. Bei der dritten Ausführungsform gemäß Fig. 18 ist eine Mehrzahl von Düsenlöchern 14a auf zwei konzentrischen Kreisen C1 und C2 um die Mitte CP der Lochplatte 14 herum verteilt. Bei dieser Ausführungsform sind die Düsenlöcher 14a auf dem äußeren Kreis C2 gleichmäßig voneinander entfernt, während die Düsenlöcher 14a auf dem inneren Kreis C1 nicht gleichmäßig voneinander entfernt sind. Weiter sind die Düsenlöcher

14a derart angeordnet, dass sie nicht in radialer Ausrichtung zueinander sind.

[0099] Eine vierte Ausführungsform, die einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor entspricht, wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 19** bis **Fig. 27** beschrieben. Wie oben erläutert, kann in der Ansaugluft enthaltenes Wasser kondensieren und an der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** anhaften. Das kondensierte Wasser kann bei niedrigen Umgebungstemperaturen gefrieren. Wenn mehr Wasser innerhalb des Kragenbereiches **1a** gefriert, dann dehnt sich der eisbedeckte Bereich allmählich aus. Wenn, wie beispielsweise in **Fig. 22** dargestellt, der Kraftstoffinjektor FI an der Maschine (nicht gezeigt) in einer Position angebracht ist, die gegenüber der vertikalen Position PL verschoben ist (d.h. die Achse B ist gegenüber der vertikalen Position BL um einen Befestigungswinkel θ_1 verschoben), dann dehnt sich der eisbedeckte Bereich allmählich innerhalb des Kragenbereiches **1a** wie in den **Fig. 19** und **Fig. 20** dargestellt aus. Im einzelnen zeigen die Phantomlinien X1a, X1b, X1c und X1d in **Fig. 19** bzw. **Fig. 20**, wie sich der eisbedeckte Bereich vom unteren Ende der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** allmählich nach innen ausdehnt.

[0100] Allgemein gesprochen, dehnt sich der eisbedeckte Bereich allmählich von der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** zur Mitte hin aus. Um zu verhindern, dass die Düsenlöcher mit Eis bedeckt werden und hierdurch die Kraftstoffdurchflussrate abnimmt, genügt der Abstand d zwischen der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** und der Kante des nächstliegenden Düsenloches **14a** vorzugsweise bestimmten Bedingungen. Der Abstand d ist in den **Fig. 19** und **Fig. 20** definiert und vorzugsweise $\leq D/2$, wobei D der Innendurchmesser des Kragenbereiches ist, wie dies in **Fig. 19** dargestellt ist. Falls somit D kleiner als 10 mm ist, ist d kleiner oder gleich 5 mm.

[0101] Wie in **Fig. 21** dargestellt ist, definiert der Winkel θ den maximalen Ausbreitungswinkel für den von den Düsenlöchern **14a** abgegebenen Kraftstoff. Vorzugsweise nimmt dieser Winkel θ die Winkelposition ein, die am weitesten von der Mittelachse B des Kraftstoffinjektors entfernt ist, mit dem der atomisierte Kraftstoff aus den Düsenlöchern **14a** abgesprüht wird. Mit anderen Worten ist der maximale Ausbreitungswinkel θ der maximale Winkel, der durch den von dem Düsenloch **14a** abgegebenen Brennstoff gebildet wird, das der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** am nächsten liegt.

[0102] Falls $H > d/\tan \theta$, interferiert der von dem der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** nächstliegenden Düsenloch **14a** abgegebene Kraftstoff mit dem Kragenbereich **1a**. Eine derartige Interferenz verursacht eine Änderung der Form der atomi-

sierten Kraftstoffpartikel. Um eine derartige Interferenz zu vermeiden, ist die Höhe H des Kragenbereiches **1a** vorzugsweise kleiner als oder gleich $d/\tan \theta$. Damit kann verhindert werden, dass die Kraftstoffpartikel mit dem Kragenbereich **1a** interferieren. Die Form der Kraftstoffpartikel ändert sich nach ihrem Austritt aus den Düsenlöchern **14a** nicht. Deshalb atomisiert der Kraftstoffinjektor den Kraftstoff in effizienter Weise.

[0103] **Fig. 24** zeigt ein Vergleichsbeispiel. In diesem Fall wurden Experimente durchgeführt, bei Kraftstoffinjektoren mit einem Kragenbereich **1a**, der gemäß den obigen Bedingungen zu kurz war und der eisbedeckte Bereich stieg über den Kragenbereich **1a**, um die Düsenlöcher **14a** zu bedecken. Wenn der Kraftstoffinjektor FI beispielsweise mit einem Winkel θ_1 gegenüber der vertikalen Position PL an die Maschine angebracht ist, wie dies **Fig. 22** zeigt, dehnt sich der eisbedeckte Bereich vom unteren Ende der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** allmählich nach innen aus, wie dies durch die jeweiligen Phantomlinien X3a, X3b und X3c in den **Fig. 24** und **Fig. 25** gezeigt ist. Somit wurde festgestellt, dass der eisbedeckte Bereich über den Kragenbereich **1a** anwächst und die Düsenlöcher **14a** bedeckt, falls die Höhe H des Kragenbereiches **1a** die obigen Bedingungen nicht erfüllt.

[0104] Weitere Experimente wurden durchgeführt, unter Verwendung von Injektoren verschiedenen Aufbaus, um die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes unter simulierten Einfriertestbedingungen zu messen. Bei den Versuchskraftstoffinjektoren wurde der Abstand d von der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** zur Kante des nächstliegenden Düsenloches **14a** zu 1,3 mm gewählt, und die Höhe H des Kragenbereiches **1a** wurde variiert. Als Ergebnis dieser Experimente wurde die in **Fig. 26** dargestellte Beziehung S1 ermittelt. In **Fig. 26** stellt die Abszisse die Höhe H des Kragenbereiches **1a** und die Ordinate die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes dar. Wie in **Fig. 26** dargestellt ist, nimmt die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes ab, wenn die Höhe H des Kragenbereiches **1a** auf weniger als ungefähr 0,5 mm reduziert wird, weil die Düsenlöcher **14a** mit Eis bedeckt werden. Falls d 1,3 mm ist, ist die Höhe H deshalb vorzugsweise größer als 0,5 mm. Bei diesen Experimenten wurde die Beziehung S1 zwischen der Höhe H und der Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes, wie in **Fig. 26** dargestellt, aufrechterhalten, unabhängig vom Befestigungswinkel θ_1 des Kraftstoffinjektors gegenüber der vertikalen Linie PL. Damit ist die Beziehung S1 unabhängig vom Befestigungswinkel und die Kraftstoffinjektoren können so ausgebildet werden, dass eine Eisbildung über den Düsenlöchern **14a** bei jeglicher Befestigungsposition verhindert wird.

[0105] Bei einem weiteren Satz von Experimenten

wurden experimentelle Kraftstoffinjektoren entworfen, bei denen der Kragenbereich **1a** die Höhe H von 0,5 mm hatte, und der Abstand d variiert wurde. Wiederum wurde die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes unter simulierenden Einfriertestbedingungen gemessen. Als Ergebnis dieser Experimente wurde die in **Fig. 27** dargestellte Beziehung S2 erhalten. In **Fig. 27** stellt die Abszisse den Abstand d und die Ordinate die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes dar. Wie in **Fig. 27** gezeigt, nimmt die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes ab, wenn die Distanz d kleiner als etwa 1,3 mm wird, weil die Düsenlöcher **14a** mit Eis bedeckt werden. Deshalb ist d vorzugsweise größer als 1,3 mm. Bei diesen Experimenten wurde die in **Fig. 27** dargestellte Beziehung S2 aufrechterhalten, unabhängig vom Befestigungswinkel θ 1 des Kraftstoffinjektors bezüglich der vertikalen Linie PL. Damit ist auch die Beziehung S2 unabhängig vom Befestigungswinkel und die Kraftstoffinjektoren können für jegliche Befestigungsposition so entworfen werden, dass eine Eisbildung über den Düsenlöchern **14a** vermieden wird.

[0106] Auf der Grundlage dieser Ergebnisse, nimmt die Durchflussrate des austretenden Kraftstoffes infolge eisbedeckter Düsenlöcher **14a** nicht ab, unabhängig vom Befestigungswinkel θ 1 des Kraftstoffinjektors, wenn die Höhe H des Kragenbereiches **1a**, der Abstand d von der inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches **1a** zur Kante des nächstliegenden Düsenloches **14a**, der maximale Ausbreitungswinkel θ 8 und der innere Durchmesser D des Kragenbereiches **1a** die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$0,5 \text{ mm} \leq H \leq d/\tan \theta \text{ und}$$

$$1,3 \text{ mm} \leq d \leq D/2 \text{ und}$$

$$5 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm.}$$

[0107] Wird der Kraftstoffinjektor so entworfen, dass er diesen Bedingungen genügt, dann kann die Fähigkeit der Maschine bei niedrigen Umgebungstemperaturen zu starten, verbessert werden.

[0108] Wie vorstehend beschrieben, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Konstruktionen beschränkt, die erläutert wurden, sondern kann, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen, zugefügt, verändert oder durch Alternativen ersetzt oder anderweitig modifiziert werden. Beispielsweise wurde eine Mehrzahl von Einrichtungen zum Atomisieren von Kraftstoff als in einer Kombination verwendet beschrieben; es können aber auch einzelne Einrichtungen getrennt voneinander verwendet werden. Weiter kann die Art der Kombination der Einrichtungen auf andere verschiedene Möglichkeiten verändert werden. Die flache Oberfläche **23a** der Ventilkugel **23** ist nicht auf eine ebene Oberfläche beschränkt, sondern kann beispielsweise eine stumpfe konische Stirn-

bzw. Endfläche sein, die einer Ebene nahe kommt, d.h. in der Größenordnung von 178° liegt. Die Ventilkugel **23** des beweglichen Elements **20** kann durch ein anderes Ventilglied, wie eine Nadel, ersetzt werden. Die Erfindung ist auch für andere Fluide anstelle von Kraftstoff anwendbar. In diesem Fall kann die Erfindung als Fluidinjektor bezeichnet werden.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor, enthaltend:
eine Düsenöffnung (**13a**),
ein Ventilglied (**23**), das die Düsenöffnung (**13a**) intermittierend öffnen und schließen kann,
eine Lochplatte (**14**), die stromabwärts der Düsenöffnung (**13a**) angeordnet ist und mehrere Düsenlöcher (**14a**) aufweist, und
einen Kragenbereich (**1a**), der benachbart zur Lochplatte (**14**) so angeordnet ist, dass er die Düsenlöcher (**14a**) umgibt,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor den folgenden Bedingungen genügt:

$$0,5 \text{ mm} \leq H \leq d/\tan \theta \text{ und}$$

$$1,3 \text{ mm} \leq d \leq D/2 \text{ und}$$

$$5 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm}$$

wobei

H die Höhe des Kragenbereiches (**1a**),
 d der Abstand zwischen einer inneren Umfangsfläche des Kragenbereiches (**1a**) und einer äußeren Kante des dem Kragenbereich (**1a**) nächstliegenden Düsenloches (**14a**),
 D der Innendurchmesser des Kragenbereiches (**1a**) und

θ der maximale Ausbreitungswinkel des von den Düsenlöchern (**14a**) abgegebenen Kraftstoffes ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochplatte (**14**) zwischen 8 und 18 Düsenlöcher (**14a**) aufweist, ferner die Dicke t der Lochplatte (**14**) und der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher (**14a**) dem Verhältnis von $0,53 \leq t/\varnothing d \leq 0,82$ genügen.

3. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (**23**) eine der Lochplatte (**14**) zugewandte flache Oberfläche (**23a**) mit einem Durchmesser $\varnothing D$ aufweist und die Düsenlöcher (**14a**) innerhalb eines Kreises des Durchmessers $\varnothing D$ in der Lochplatte (**14**) angeordnet sind.

4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, bei dem die Düsenlöcher (**14a**) längs geneigter Achsen S ausgebildet sind, die gegenüber der Mittelachse der Lochplatte (**14**) so geneigt sind, dass die Düsenlöcher (**14a**) zur vom Ventilglied (**23**) abgewandten Seite

und weg von der Mittelachse der Lochplatte (14) gerichtet sind.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der kürzeste Abstand L zwischen den stromaufwärts befindlichen Öffnungen der Düsenlöcher (14a) größer ist als der Durchmesser $\varnothing d$ der Düsenlöcher (14a).

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

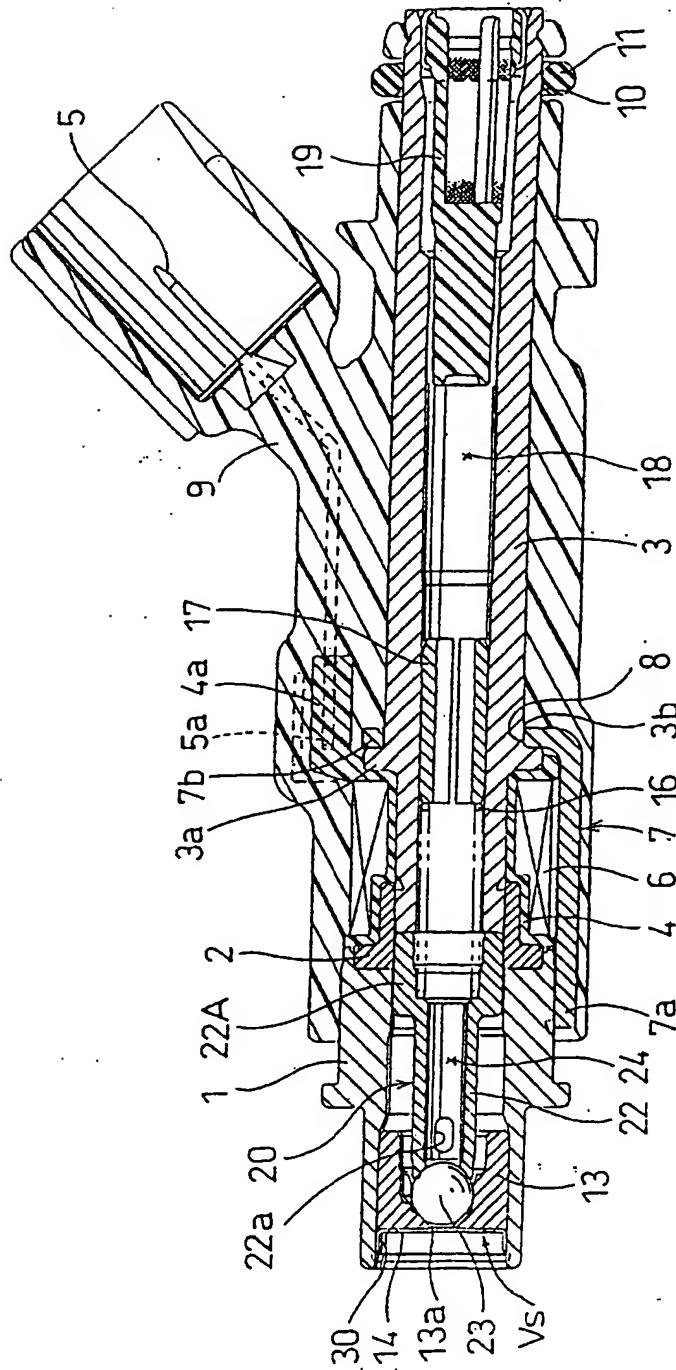


FIG. 1

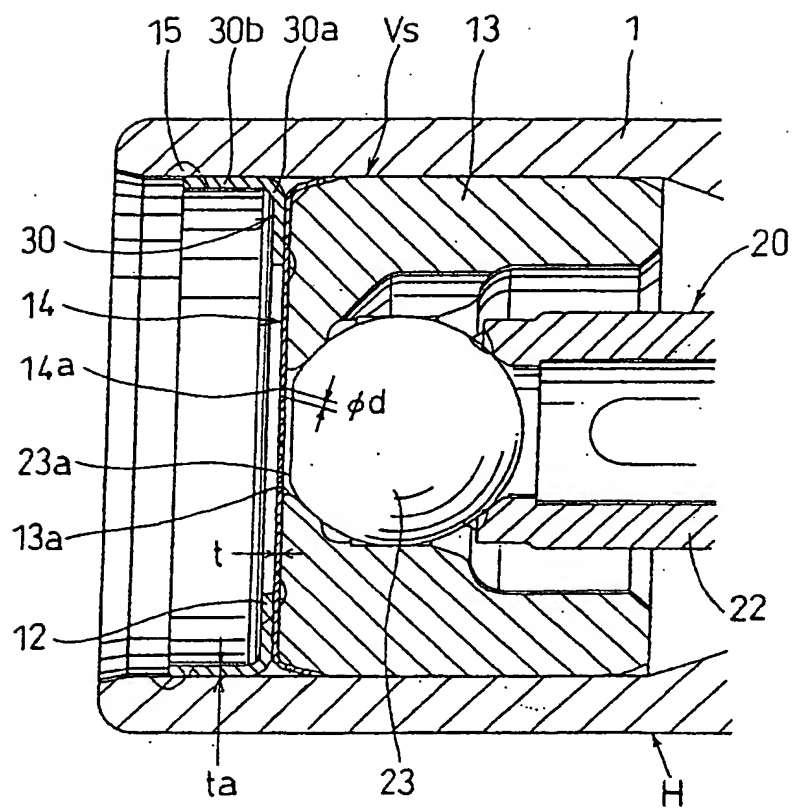
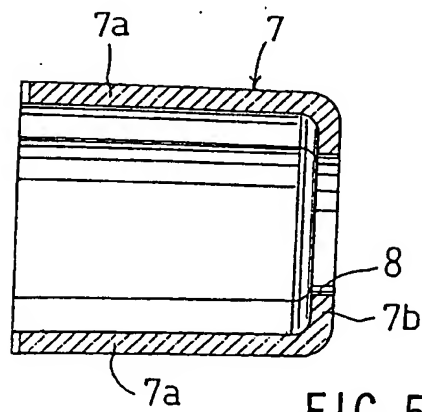
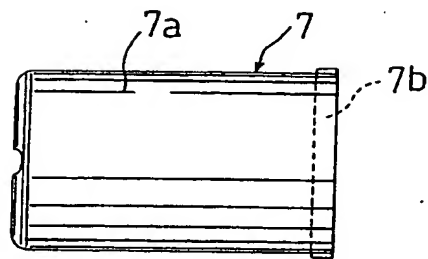
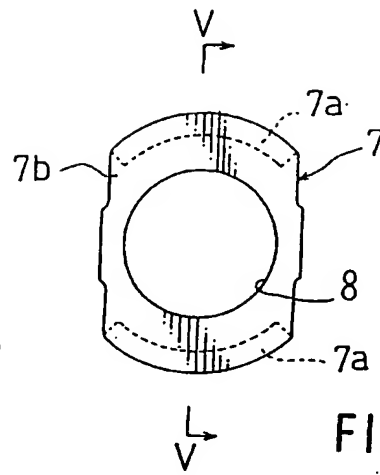
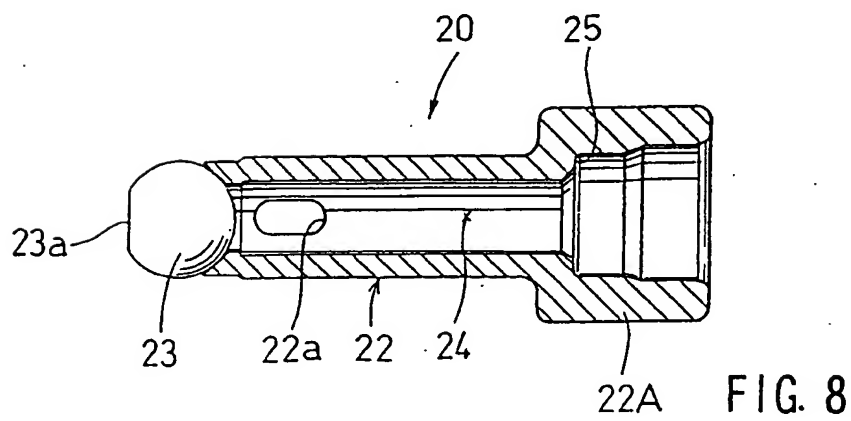
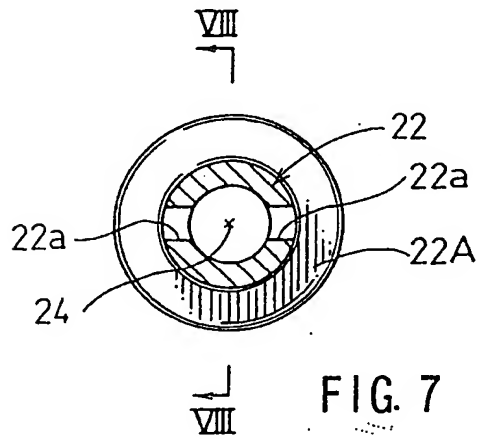
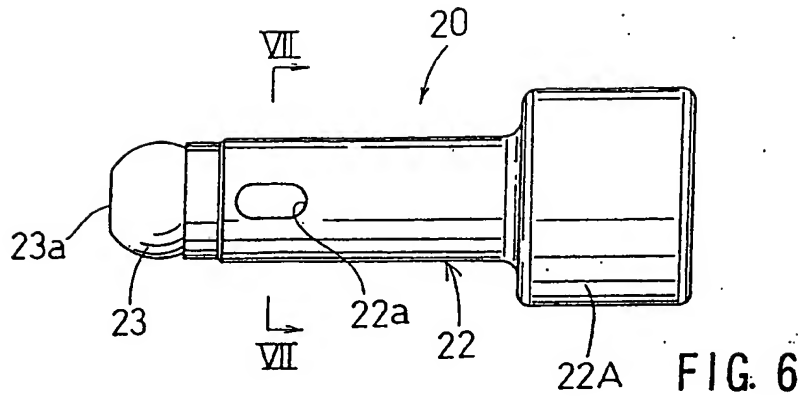


FIG. 2





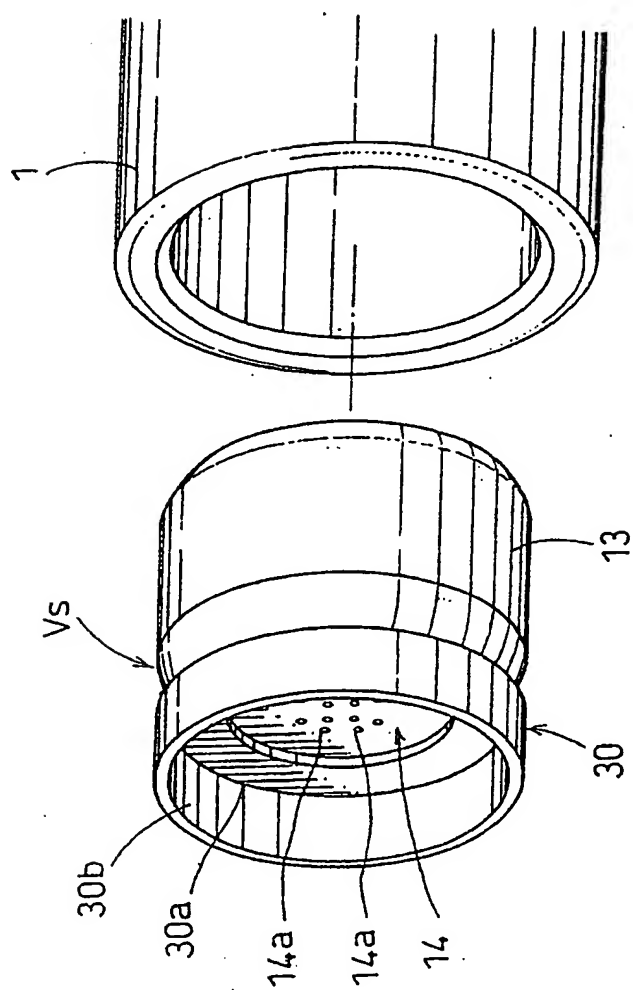
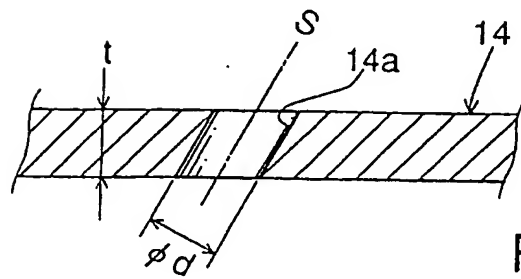
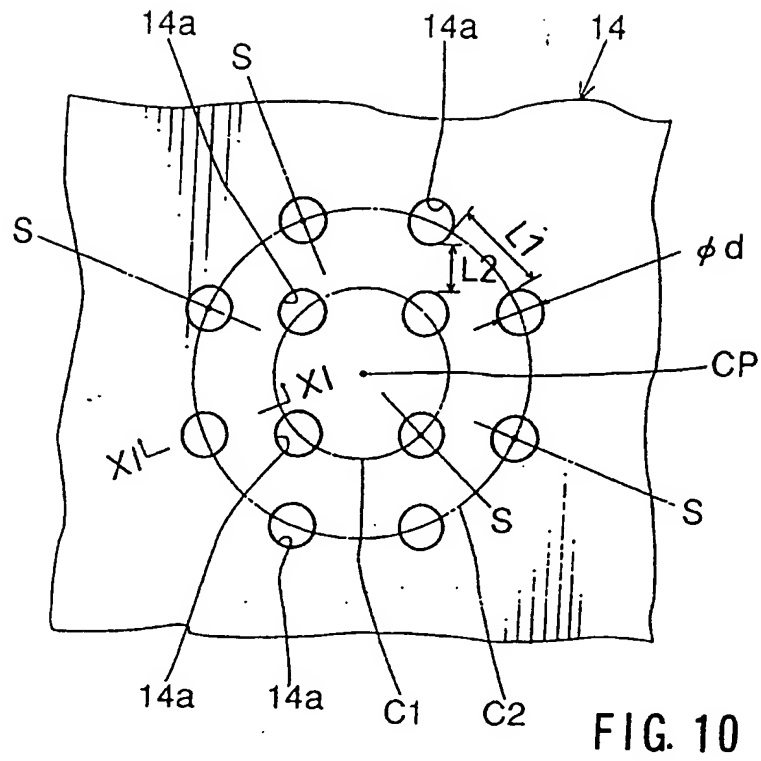
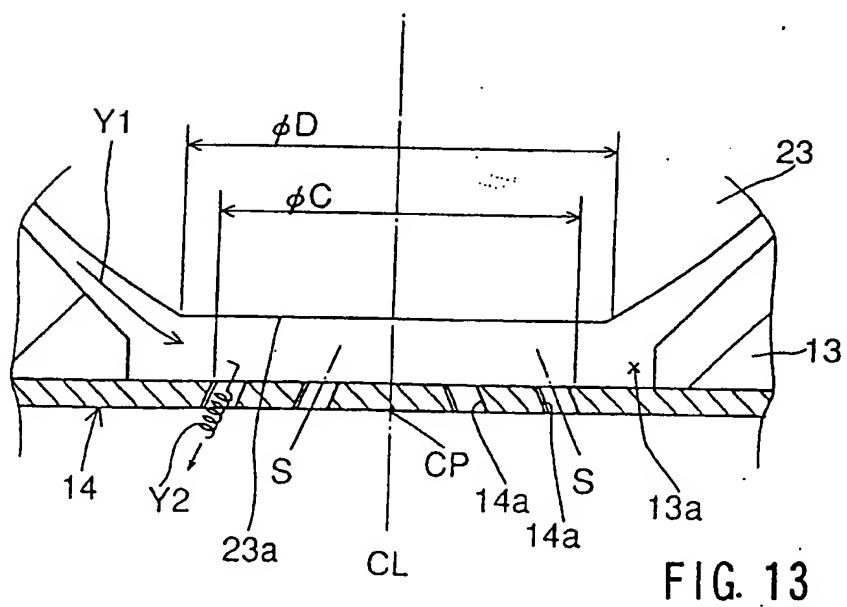
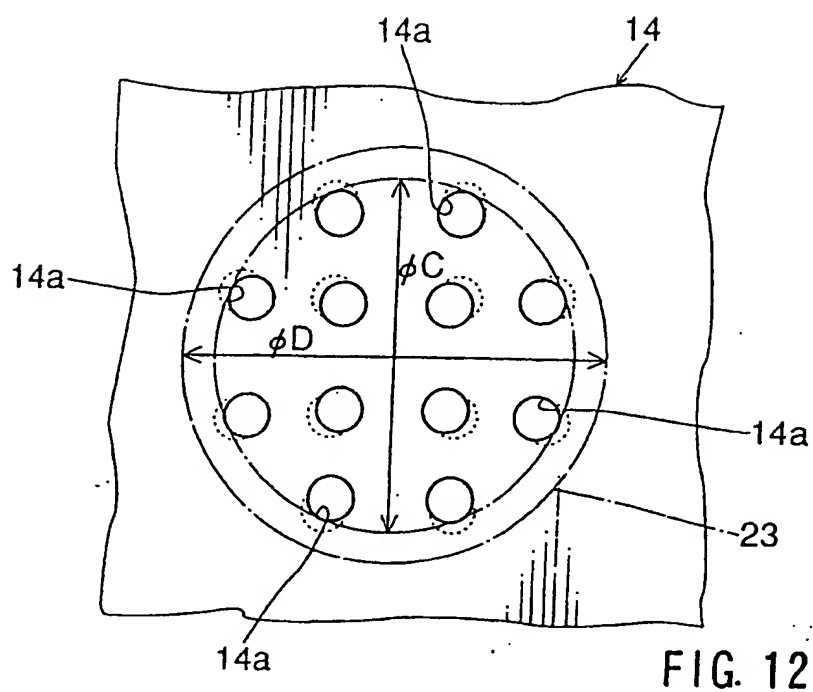


FIG. 9





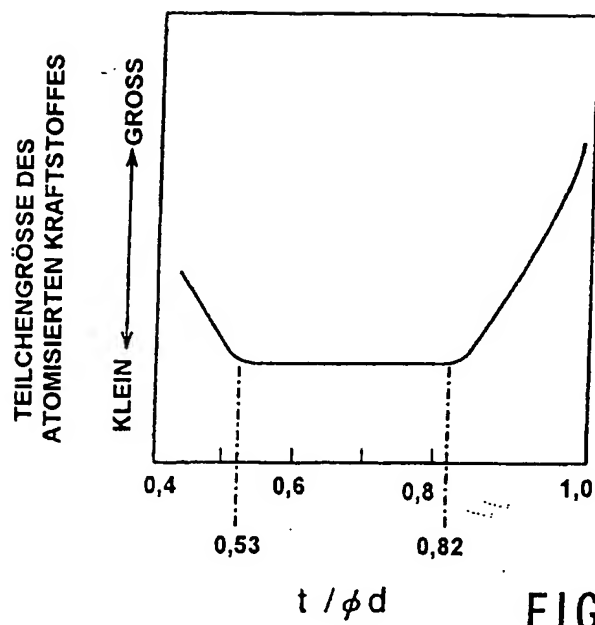


FIG. 14

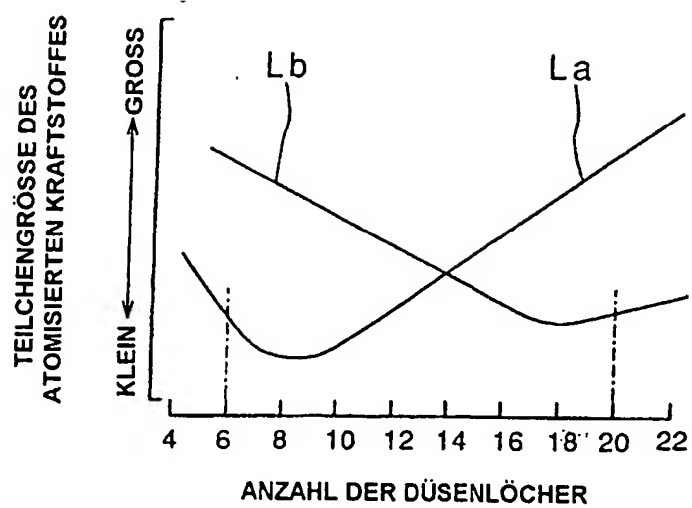
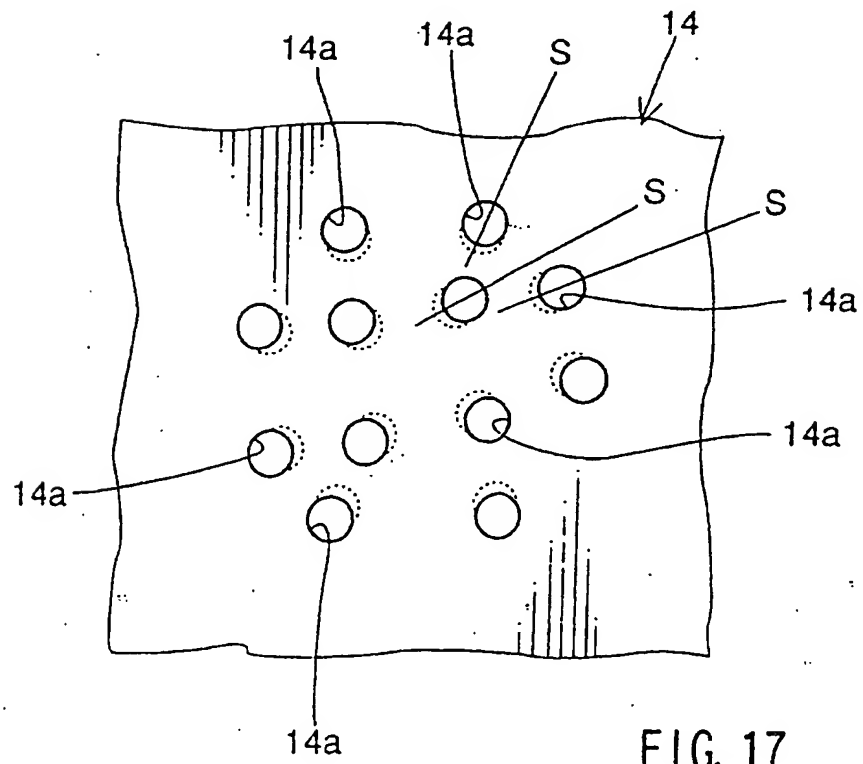
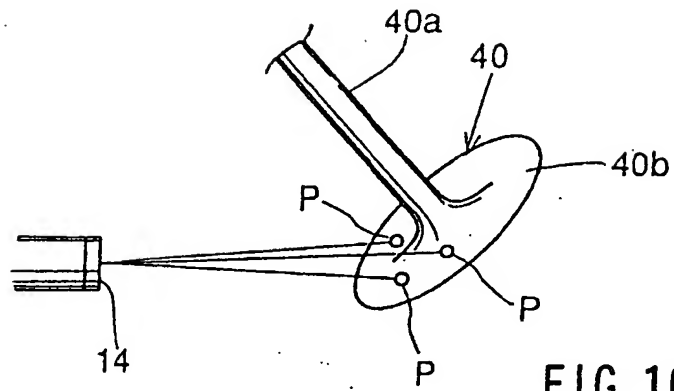


FIG. 15



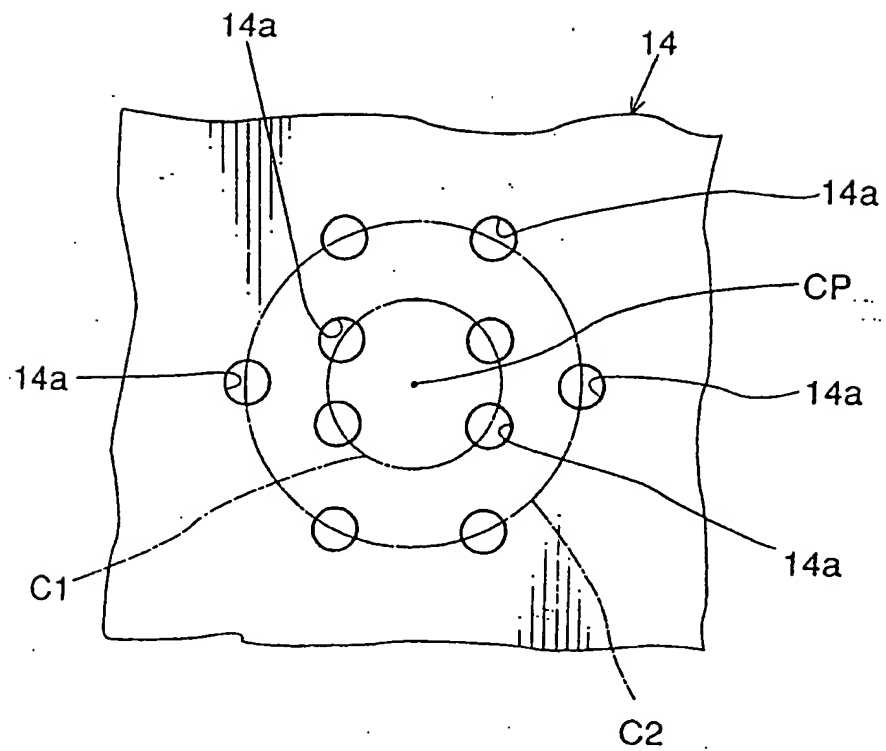


FIG. 18

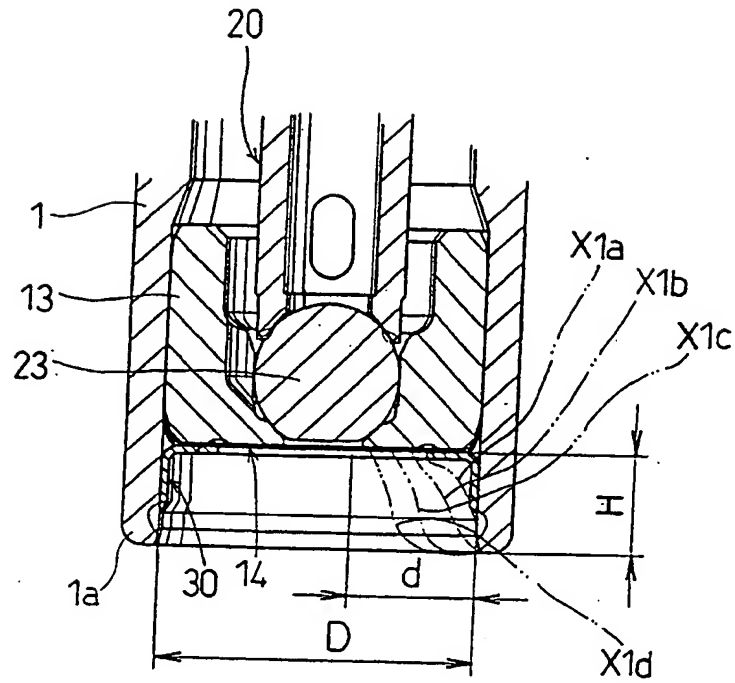


FIG. 19

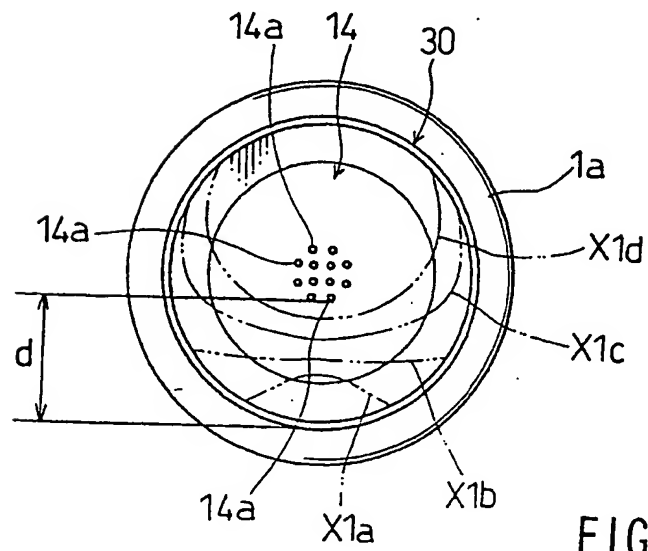


FIG. 20

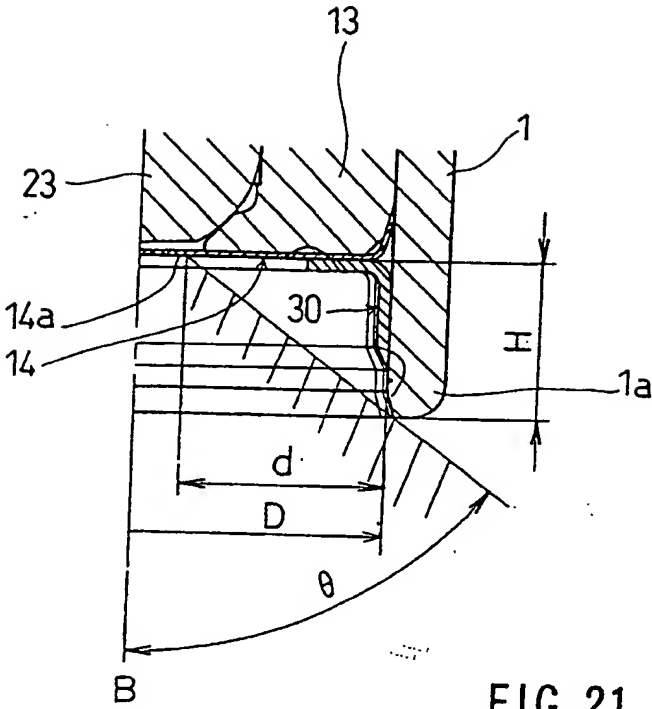
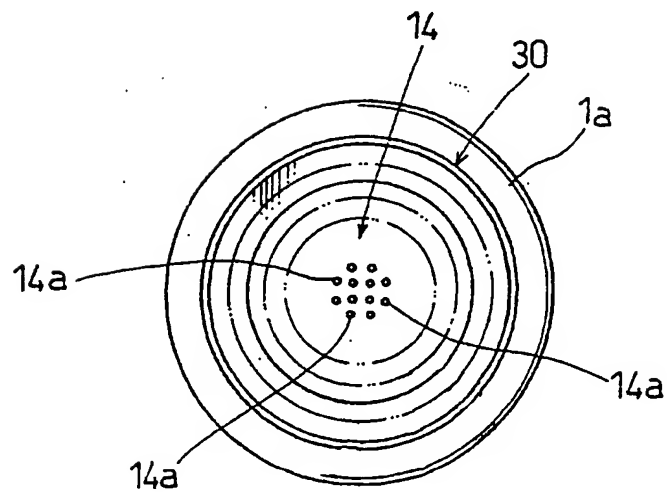
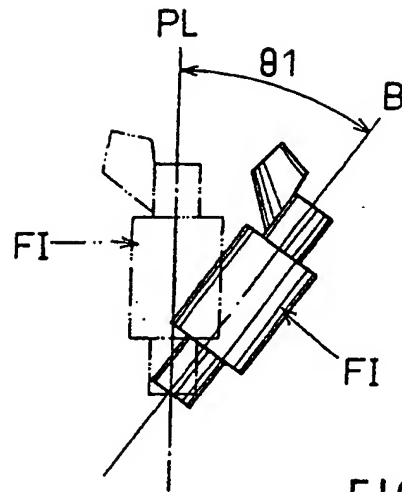


FIG. 21



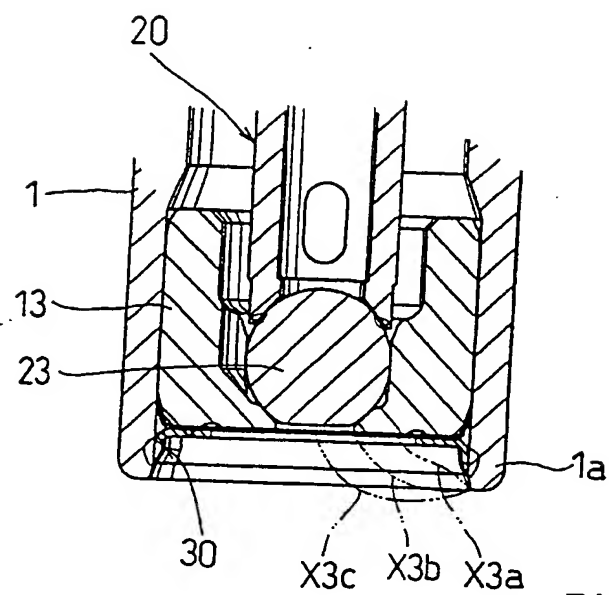


FIG. 24

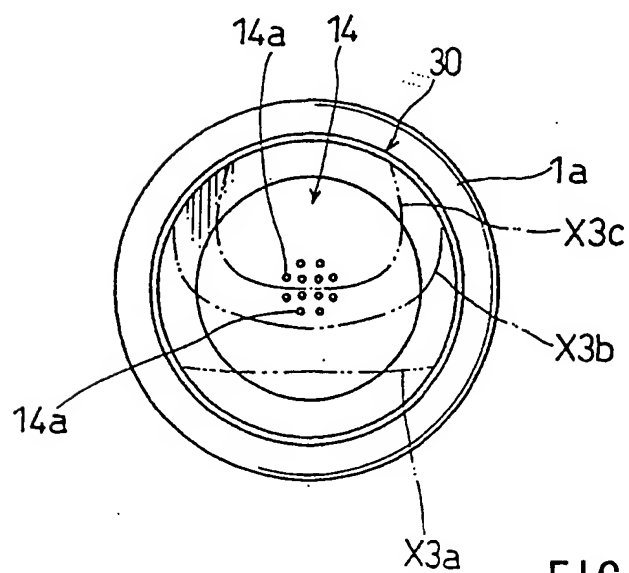


FIG. 25

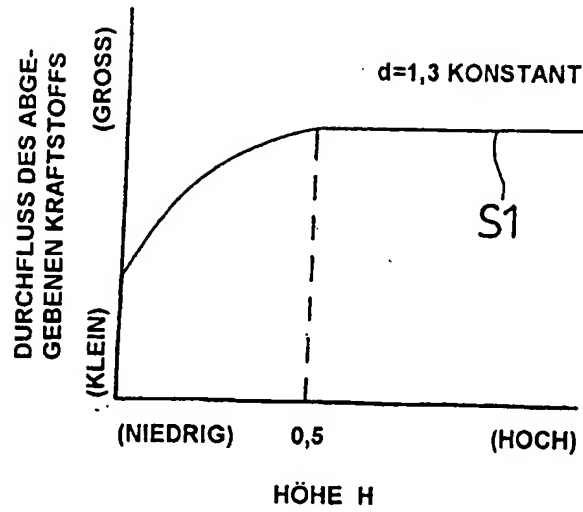


FIG. 26

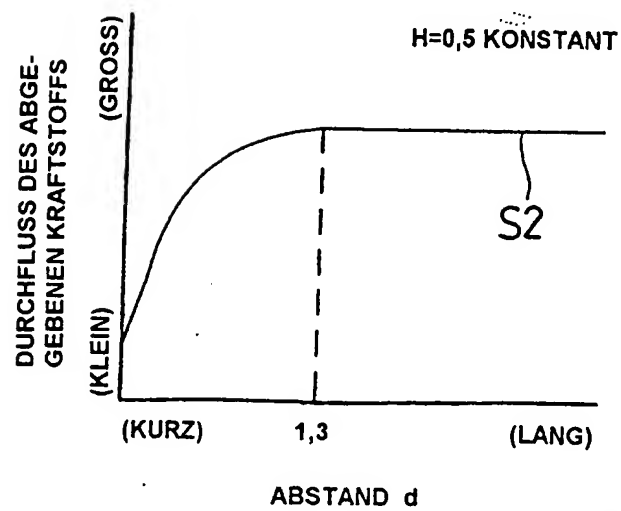


FIG. 27

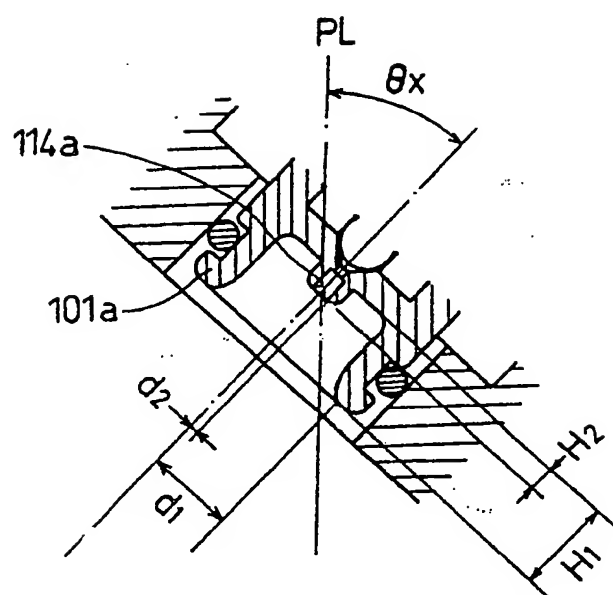


FIG. 28

STAND DER TECHNIK